

IX  
Seminário  
Latino  
Americano



V  
Seminário  
Ibero  
Americano

de  
Geografia Física

# A GEOGRAFIA FÍSICA E A GESTÃO DE TERRITÓRIOS RESILIENTES E SUSTENTÁVEIS

Atas do IX Seminário Latino-americano e  
V Seminário Ibero-americano de Geografia Física

## COORDENADORES

António Vieira  
António Bento Gonçalves  
Francisco Costa  
Lúcio Cunha  
Adriano Lima Troleis

GUIMARÃES, 2016



## A GEOGRAFIA FÍSICA E A GESTÃO DE TERRITÓRIOS RESILIENTES E SUSTENTÁVEIS

Atas do IX Seminário Latino-americano e  
V Seminário Ibero-americano de Geografia Física

Guimarães, 2016





TÍTULO: A GEOGRAFIA FÍSICA E A GESTÃO DE TERRITÓRIOS RESILIENTES E SUSTENTÁVEIS

COORDENADORES: António Vieira, António Bento Gonçalves, Francisco Costa, Lúcio Cunha, Adriano Lima Troleis

EDITOR: Universidade do Minho. UMDGEO - Departamento de Geografia

ISBN: 978-989-98857-1-4

ANO DE EDIÇÃO: 2016

**INSTITUIÇÕES ORGANIZADORAS:**



Universidade do Minho

**Comitê Latino-Americano  
de Geografia Física**



**COMISSÃO ORGANIZADORA:**

António Vieira (UMinho)  
António Bento-Gonçalves (UMinho)  
Francisco Costa (UMinho)  
Lúcio Cunha (UC)  
Adriano Lima Troleis (UFRGN)

**COMISSÃO CIENTÍFICA**

Lúcio Cunha – UC/Portugal (Presidente)  
Adriano Severo Figueiró – UFSM/Brasil  
Adriano Lima Troleis - UFRN/Brasil  
Álvaro Gonzales Gervásio - UM/Uruguai  
Anne Catherine Chardon – UNAL/Colombia  
António Bento-Gonçalves - UMINHO/Portugal  
António Campar de Almeida - UC/Portugal  
António Vieira – UMINHO/Portugal  
Carmen Ferreira - UP/Portugal  
Edson Vicente da Silva – UFC/Brasil  
Eliane Foletto – UFSM/Brasil  
Elizabeth Mazzoni – UNPA/Argentina  
Enrique La Marca - UA/Venezuela  
Francisco Costa - UMINHO/Portugal  
Francisco Mendonça – UFPR/Brasil  
Gilles Arnaud-Fassetta – UP7/França  
Gustavo Mello Baptista - UnB/Brasil  
Hugo Romero Aravena – UC/Chile  
João Cabral - UFG/Brasil  
José Luis Zêzere – IGOT/Portugal  
Jose Manuel Mateo Rodriguez – UH/Cuba  
Katy Montiel – UZ/Venezuela  
Luis Alberto Basso - UFRGS/Brasil  
Luis Galiana – UAM/Espanha  
Márcia Pimentel – UFPA/Brasil  
Maria José Roxo - UNL/Portugal  
Maria Lígia Cassol Pinto - UEPG/Brasil  
Maria Manuela Laranjeira - UMINHO/Portugal  
Messias Modesto Passos – UEM/Brasil  
Montserrat Salvà-Catarineu - UB/Espanha  
Selma Simões de Castro – UFG/Brasil  
Sílvio Carlos Rodrigues - UFU/Brasil  
Teresa Pinto Correia - UE/Portugal  
Tereza Reyna Trujillo – UNAM/México  
Valdir Adilson Steinke - UnB/Brasil  
Virgínia Teles - UMINHO/Portugal  
Xavier Úbeda - UBarcelona/Espanha

**SECRETARIADO**

GeoPlanUM

**APOIOS:**



CÂMARA  
MUNICIPAL DE  
**GUIMARÃES**



**TRANSPORTES**  
**URBANOS DE BRAGA**



**TAP PORTUGAL**

de braços abertos  
*with arms wide open*

A STAR ALLIANCE MEMBER 



  
**HOTEL**  
**DE GUIMARÃES**  
BUSINESS & SPA  
★★★★



**Universidade do Minho**  
Departamento de Geografia





## PERSPECTIVA SISTÊMICA NO ESTUDO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A INTENCIONALIDADE

M. S. Garcia<sup>(a)</sup>, T. F. Pereira<sup>(b)</sup>, B. S. P. e Souza<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Maria  
garciamedi@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup>Programa de Pós-/Graduação em Geografia – Universidade Federal de Santa Maria  
tassiafarencena@hotmail.com.br

<sup>(c)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Maria  
bernardosp@yahoo.com.br

### Resumo

O presente artigo faz uma discussão acerca da perspectiva sistêmica e o estudo do ambiente, onde os direitos humanos fazem parte desse contexto social, sendo que a perspectiva interdisciplinar proporciona a integração desses temas. Tem como objetivo discutir o estudo da educação ambiental como uma possibilidade de compreender o espaço geográfico e assim, construir uma sociedade que reveja suas estruturas, sua produção de saberes e suas práticas, frente às diversidades política, econômica e cultural. Junto aos estudos ambientais pode e deve ser considerada a intencionalidade dos sujeitos, essa se apresenta como uma forma destes se relacionarem com o mundo. Logo, a educação ambiental estará contemplando a interação dos fatores físicos e humanos, e a relação existente entre o homem e o meio ambiente no qual ele está inserido.

**Palavras Chave:** visão sistêmica; meio ambiente; educação ambiental; intencionalidade.

### 1. Introdução

A opção por trabalhar com o tema Educação Ambiental sob uma perspectiva sistêmica, incluindo a intencionalidade, é uma tentativa de pensar o espaço geográfico através da possibilidade de desenvolvimento dos seus conhecimentos de forma mais completa.

Há neste esforço o envolvimento de diversos seguimentos, e essa perspectiva resultará na compreensão do ambiente nos seus aspectos físicos e humanos – sociais, culturais, políticos e econômicos.

Em estudos ambientais, além da abordagem dos elementos naturais, é preciso considerar os elementos sociais, incluindo a intencionalidade do sujeito, e considerar também os direitos humanos, para assim compreender a realidade sociocultural do ambiente, através da integração desses fatores por meio da perspectiva interdisciplinar.

O artigo tem como objetivo discutir o estudo da Educação Ambiental como uma possibilidade de compreender o espaço geográfico e assim, construir uma sociedade que reveja suas estruturas, sua produção de saberes e suas práticas, frente à diversidade política, econômica e



cultural. Este estrutura-se em duas partes: “a questão ambiental e a visão sistêmica na Geografia”; e “a Educação Ambiental e a Intencionalidade”. Este último se subdivide em dois itens: “Meio Ambiente e os Direitos Humanos”, e “a Educação Ambiental e a interdisciplinaridade”. Ao longo da discussão teórica, os principais conceitos envolvidos nessa pesquisa são descritos de forma a demonstrar a correlação que existe entre eles.

## **2. A questão ambiental e a visão sistêmica na Geografia**

Para se abordar a questão ambiental é necessária uma visão holística, pois a construção de um pensamento emancipatório deve partir do entendimento das diversidades e potencialidades das condições de vida da população, ou seja, de uma visão sobre a totalidade do espaço em estudo, bem como suas inter-relações com os demais espaços. A abordagem sistêmica ajudará na compreensão dessas relações existentes entre o espaço local e o global.

Essa visão da realidade “[...] baseia-se na consciência do estado de inter-relação e interdependência essencial de todos os fenômenos – físicos, biológicos, psicológicos, sociais e culturais. [...] transcende as atuais fronteiras disciplinares e conceituais e será explorada no âmbito de novas instituições” (Capra, 2006).

Nessa perspectiva, todos os fenômenos estão inter-relacionados, sendo eles físicos ou humanos, e essa possibilidade transpõe as fronteiras das disciplinas, proporcionando uma visão do todo sem deixar de conhecer e analisar as partes, abandonando, dessa forma, o estudo tradicional, pautado no puro conhecimento das partes, avançando para o pensamento integral do ambiente/mundo.

Para Aguinaga, *et al.* (2011), “el análisis entrelazado de las diferentes dimensiones de poder es la emergencia revolucionaria a la que debemos avanzar [...] del desarrollo se asienta sobre la apuesta por un pensamiento integral”.

Cabe salientar a importância da intencionalidade dos diferentes sujeitos para compreender as questões ambientais, as quais estão estreitamente ligadas às disparidades sociais, econômicas, culturais, bem como às configurações do ambiente e como são percebidos. Essas disparidades são em parte expressas pelo Produto Interno Bruto (PIB) de um país no qual se fundamenta na coleta de dados econômicos que reflete nos dados sociais.

Ou seja, “um dos fatores para classificar o desenvolvimento humano de uma área é o PIB, que indica também como está a relação do homem com o ambiente e como ocorre o desenvolvimento social, ou seja, como é percebido o bem estar humano” (Aguinaga, *et al.*, 2011). O bem estar humano está inevitavelmente associado à qualidade ambiental. Na verdade, essa relação do sentir-se bem e o meio ambiente estar organizado, perfazem um sistema de trocas mútuas.

Segundo Capra (2006), “A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de unidades menores”. Ou seja, os sistemas apresentam-se como um todo, composto por partes menores, não fazendo sentido quando analisadas sozinhas.

Pelo viés da visão sistêmica não há um sistema autônomo e livre em relação ao seu meio ambiente, pois todos os sistemas estão inseridos nele, e por isso fazem parte se relacionam, influenciam e são influenciados por ele. Assim, justifica-se a necessidade da questão ambiental ser discutida principalmente dentro dos planejamentos políticos, como uma forma de proporcionar qualidade de vida aos cidadãos.

Lang (2011) faz referência à necessidade de os governantes terem como objetivo uma educação de qualidade, em diminuir a pobreza e assim, melhorar a qualidade de vida da população.

O mesmo autor salienta, ainda, que “[...] incluye presiones internas y externas em el campo económico, y otras, resultantes de la pesada herencia de Estados profundamente coloniales y excluyentes en su diseño y en sus prácticas, y la vez altamente hábiles en la apropiación de energía social transformadora para sus propios fines” (Lang, 2011).

A realidade dos países latinos americanos, os quais sofrem grande pressão econômica externa, nos quais ainda pesa a herança de Estados coloniais, impõe a necessidade de abordar questões como a concepção de conhecimento sistêmico para compreender a realidade de diferentes maneiras até por pertencerem a diferentes culturas.

Quando se fala em uma abordagem sistêmica não se está deixando de lado a análise das partes, mas sim se privilegiando a interpretação das relações existentes entre elas e delas com o todo.

Segundo Souza (2015), para James Lovelock, “[...] a visão holística do geógrafo, a qual [...] coloca o profissional da Geografia no rol dos poucos cientistas que “vêm a Terra como um todo”, e não “como se a Terra fosse uma bola de rocha derretida, possuindo apenas uma crosta fria umedecida pelos oceanos”.

Para Souza (2015), “[...] fazer uma análise geográfica holística constitui um pleonismo, posto que a análise geográfica é a própria análise integral da paisagem, é análise que leva em consideração os aspectos físicos e humanos do espaço”. Assim a perspectiva sistêmica é uma possibilidade de trabalhar tantos os aspectos físicos como os humanos na análise geográfica.

Segundo Capra (2005), “a aplicação da compreensão sistêmica da vida ao domínio social, portanto, identifica-se à aplicação do nosso conhecimento dos padrões e princípios básicos de organização da vida – e, em específico, da nossa compreensão das redes vivas – à realidade social”.

A educação ambiental com a abordagem sistêmica pode possibilitar o desenvolvimento do conhecimento de forma mais integral e completa. Então, pensar em educação ambiental nessa perspectiva é levar em conta todos os aspectos existentes no meio e suas inter-relações entre todos os envolvidos e as possíveis mudanças de atitudes individuais e coletivas, que a aquisição desse conhecimento venha proporcionar.

### **3. A Educação Ambiental e a Intencionalidade**

A relação entre sujeito e objeto dá-se pela intencionalidade do sujeito, ou seja, como o sujeito percebe o objeto. De acordo com Souza (2006), “[...] entender a intencionalidade é entender a maneira como a mente se relaciona com o mundo [...]”. Para Searle (2000) “[...] a intencionalidade é aquela característica da mente graças à qual os estados mentais são dirigidos a, ou falam de, ou se referem a, ou apontam para estados de coisas no mundo”. Ou seja, “[...] a intencionalidade é a nossa forma de ver e de nos relacionarmos com o mundo [...]” (Souza, 2006). Assim, para desenvolver o estudo do meio é necessário entender essa relação do sujeito com o mundo.

Sendo assim, a educação ambiental é um processo que poderá atender a uma formação crítica dos direitos humanos, que valorize a existência de diferentes visões de mundo, para que hajam sujeitos com formação ética sócio ambiental, e a intencionalidade indica como cada sujeito relaciona-se com o mundo.

#### **3.1. Meio Ambiente e os Direitos Humanos**

Entende-se por direitos humanos os “[...] direitos que pertencem à pessoa humana, independente de leis, estes: vida, liberdade, igualdade e segurança pessoal. São direitos universais e indivisíveis” (Castilhos, 2011). Direitos humanos dependem de atitudes que levam ao respeito integral da dignidade humana, em destaque a vida, a liberdade, a igualdade e segurança pessoal. São direitos relacionados com outros direitos, como direitos sociais, econômicos, e culturais, os quais são previstos na Constituição Brasileira, de 1988. Outros direitos são o direito ao trabalho, ao salário mínimo, à alimentação, à vestimenta, ao lazer, à educação, ao repouso, a férias e ainda o acesso à água e à luz, ou seja, a um ambiente adequado para uma vida digna, os quais são considerados como direitos essenciais para garantir condições mínimas de existência humana (Constituição Federal, Capítulo II, 1988).

No Brasil, o Estado tem a obrigação e o dever de desenvolver programas para que esses direitos possam alcançar a todo o indivíduo. Mas, “[...] la función principal del Estado capitalista – patriarcal, racista, imperial y poscolonial – es la consolidar las relaciones sociales dominantes y darles cierta continuidad, pero también de contribuir, de manera controlada, a que transiten

hacia nuevas constelaciones. De esta manera, la reproducción socioeconómica, cultural y política funciona aprovechando los conflictos y las crisis, transformándolas en oportunidad. Además, el Estado tiene como función intervenir en las crisis, por lo general, a favor de las fuerzas dominantes. De esta manera, los aparatos del Estado desarrollan sus propias formas de actuar, no independientemente de la sociedad, pero tampoco como mero instrumento de las fuerzas dominantes” (Brand, 2011).

A sociedade precisa ter consciência desses direitos, que são permanentes, individuais e coletivos. Segundo Oliveira & Silveira (2010), “[...] os direitos fundamentais relacionam-se ao conjunto de direitos políticos, sociais, civis, econômicos e culturais que devem ser garantidos pelo Estado a todos os cidadãos”.

Para a sociedade desfrutar desses direitos é necessário haver um conhecimento por parte dela sobre eles, sejam estes direitos educativos e/ou políticos. É preciso conhecê-los no seu contexto econômico, social, político, e nas suas diferentes escalas local, regional, global, para resultar em melhora da qualidade de vida dos cidadãos.

Um ambiente adequado para uma vida digna é um direito fundamental, “[...] tem como objeto o bem coletivo integridade ambiental, notadamente quando se cogita um verdadeiro Estado constitucional. É interessante observar que, o primeiro princípio da Declaração de Estocolmo de 1972 estabelece que o homem, ao lado dos direitos fundamentais à liberdade e à igualdade, tem o direito fundamental ao desfrute de condições adequadas em um meio cuja qualidade lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar” (Filho, 2011).

O reconhecimento desse direito como direito fundamental no contexto internacional é destaque em vários Estados, entre os quais está o brasileiro. A intencionalidade das normas é evidenciada quando o direito fundamental deixa de ser um mero bem-estar físico (danos e contaminações ao ambiente), e torna-se a busca consciente pela qualidade de vida.

### **3.2. Educação Ambiental e a interdisciplinaridade**

A Educação Ambiental pode ser vista como forma de melhorar as relações sociais, e a interdisciplinaridade é uma forma de integrar a informação e a formação com uma abordagem espiral (evolutiva/crescente) com investigação da relação histórica e com necessidade de novos enfoques teóricos e metodológicos, assim são necessárias diversas fontes de informação e formação para “solucionar e/ou prevenir os problemas sócio-ambientais”.

O olhar sobre os problemas sócio-ambientais deve contar com uma abordagem interdisciplinar, que inclui o território como categoria analítica e o universo participativo, o que irá enriquecer o estudo e melhorar o entendimento desses problemas, e até mesmo resultar em soluções mais efetivas para eles.

Conforme Patrício (1995) apud Souza (2015) “A interdisciplinaridade é uma relação de reciprocidade, de mutualidade, que pressupõe uma atitude frente a um problema do conhecimento, substituindo a concepção fragmentária pela unitária do ser humano”. Para Fazenda (2008) “[...] interdisciplinaridade se apresenta como uma possibilidade de resgate do homem com a totalidade da vida”.

“A interdisciplinaridade é uma atitude de ousadia e de parceria diante da concepção fragmentada da racionalidade disciplinar ou instrumental-analítica. É atitude de reciprocidade e complementaridade que impulsiona ao diálogo, à troca. É atitude de responsabilidade com o que se faz, com o que se revela, com o que se constrói. É atitude de humildade e alteridade em face do(s) outro(s), reconhecimento a incompletude e importância do outro para ampliar o conhecimento de nós mesmos, do outro e das coisas que cercam os fenômenos sociais e educacionais” (Pessoa, 2014).

Desta forma, a educação ambiental é uma possibilidade de estudar e entender o meio em sua abrangência tanto física como social, política, econômica e cultural, se for encarada sob uma perspectiva interdisciplinar, e não de forma seccionada, analítica, com cada área do conhecimento privilegiando a sua área de atuação, sem a troca de experiências e conhecimento com os outros saberes.

Assim a interdisciplinaridade possibilita uma construção e ampliação do conhecimento, pois todas as atividades humanas estão ligadas e resultam na transformação do meio, que nem sempre são positivas.

O homem, ator dessas modificações, percebe-as e busca uma melhora na qualidade de vida, ou seja, dignidade e bem estar do indivíduo.

#### **4. Conclusão**

O estudo da educação ambiental com uma perspectiva sistêmica e uma abordagem interdisciplinar traz a possibilidade de construir uma sociedade que reveja suas estruturas, sua produção de saberes e suas práticas, frente à diversidade política, econômica e cultural. Essa sociedade pode então conhecer e buscar seus direitos sociais garantidos pela Constituição Brasileira de 1988.

Junto aos estudos ambientais pode e deve ser considerada a intencionalidade dos sujeitos, porquanto esta se apresenta como uma forma de se relacionar com o mundo, ou seja, reflete a forma como eles interferem no meio ambiente. Logo, a educação ambiental estará contemplando a interação dos fatores físicos e humanos, a relação existente entre o homem e o meio ambiente no qual ele está inserido.

Por fim, acerca da relação entre o homem e, o meio ambiente é imprescindível repensar o modelo de consumo atual, o qual deve ser substituído por uma forma mais consciente de relação entre ele e a natureza, bem como com os demais entes sociais., resultando numa sociedade mais humana. Assim, a busca pela melhora da qualidade de vida da população pode deixar de ser apenas uma norma bem escrita nos documentos oficiais e a possibilidade de uma vida digna, para que passe ser efetivada e vivenciada por todos os povos.

## 5. Bibliografia

- Aguinaga, M.; Lang, M., Mokrani, D., Santillana, A. (2011). In: Lang, M. Mokrani, D. *Más Allá del Desarrollo*. Grupo Permanente de Trabajo sobre Alternativas al Desarrollo. Lera edición: Fundación Rosa Luxemburg/Abya Yala, Quito-Ecuador.
- Brand, U. (2011). El papel del Estado y de las políticas públicas en los procesos de transformación. In: LangG, M.; Mokrani, D. *Más Allá del Desarrollo. Grupo Permanente de Trabajo sobre Alternativas al Desarrollo*. Lera edición: Fundación Rosa Luxemburg/Abya Yala, Quito-Ecuador.
- Capra, F. (2006). *O Ponto de Mutação. A Ciência, a Sociedade e a Cultura Emergente*. Tradução: Álvaro Cabral, São Paulo: Cultrix.
- Capra, Fritjof. (2005). *As Conexões Ocultas. Ciência para uma Vida Sustentável*. Tradução: Marcelo Brandão Cipolla, São Paulo: Cultrix.
- Castilho, R. (2011). *Direitos Humanos*. Sinopes Jurídicas. Volume 30. São Paulo: Saraiva.
- Filho, A. P. G. (2011). O Direito Fundamental ao Ambiente e a Ponderação. In: Augustin, S. & Steinmetz, W. (Org.). *Direito Constitucional do Ambiente. Teoria e Aplicação*. Caxias do Sul: EDUCS.
- Fazenda, I. (Org.)(2008). *O que é Interdisciplinaridade?* São Paulo: Cortez.
- Fazenda, I. (Org.), Godoy, H. P. (Coord. Técnica) (2014). *Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar e intervir*. São Paulo: Cortez.
- Lang, M. (2011). In: Lang, M.; Mokrani, D. *Más Allá del Desarrollo. Grupo Permanente de Trabajo sobre Alternativas al Desarrollo*. Lera edición:, Quito-Ecuador: Fundación Rosa Luxemburg/Abya Yala.
- Oliveira, M. R. de & Silveira, M., A. C. da (2010). *Direito fundamental à saúde e a internação hospitalar na modalidade “diferença de classe” nas decisões do Supremo Tribunal Federal – STF*. In: Scortegagna, F. Costa, M. da & Hernmany, R.. Espaço Local, Cidadania e Políticas Públicas. Santa Cruz do Sul: IPR.
- Pessoa, V. I. F. (2014). *A Interdisciplinaridade e o modo-de-ser essencial do cuidado*. In: Fazenda, I. (Org.), Godoy, H. P. (Coord. Técnica). *Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar e intervir*. São Paulo: Cortez.
- Searle, J. R. (2000). *Mente, Linguagem e Sociedade. Filosofia no mundo real*. F. Rangel (Trad.), Rio de Janeiro: Rocco.
- Souza, B. S. P. e. (2005). *Considerações acerca da percepção e da cognição no mapeamento geomorfológico*. Relatório de Pós-Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Souza, B. S. P. e. (2015). *A Geografia e a Análise da Natureza*. Revista GeoAmazônia – Belém, v. 03, n.05, jan./jun., p.18-34.





## UM RESGATE HISTÓRICO SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA NO CONTEXTO DO IMPERIALISMO DOS SÉCULOS XVII E XVIII. OS CASOS DA FRANÇA E DA INGLATERRA.

A. C. Vitte <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Unicamp  
acarlosvitte@gmail.com

### Resumo

O objetivo do presente artigo é resgatar o momento histórico em que a bacia hidrográfica passa a ser considerada como uma unidade espacial de planejamento e de regionalização do território. A bacia hidrográfica é cientificamente eleita como estrutura de diferenciação morfológica da crosta terrestre a partir do século XVII, *pari passu* a migração do sistema-mundo do mediterrâneo para o nordeste da Europa, momento em que se efetiva a luta imperialista entre a França e a Grã-Bretanha.

**Palavras-Chave:** Bacia Hidrográfica; Região Natural; Imperialismo, Mapeamento, Geopolítica.

### 1. Introdução.

O objetivo deste artigo é realizar um resgate histórico sobre o uso da bacia hidrográfica pela sociedade, demonstrando que a sua ascensão como conceito estruturador da análise geográfica atendeu antes a uma função geopolítica explícita. O contexto histórico e econômico em que a bacia hidrográfica é utilizada como organizadora das feições da crosta terrestre é a luta imperialista entre França e Inglaterra, que se desenrolou particularmente entre os séculos XVII e XVIII. Concomitante a organização deste novo sistema-mundo, a bacia hidrográfica como conceito geográfico fundante da interpretação da dinâmica da natureza na crosta terrestre, também teve um importante papel na formação do conceito de região natural. Conceito este que é formado concomitante as discussões sobre raça, a relação raça-natureza-cultura, discussões motrizes para o nascimento da geografia humana e da antropologia.

Este resgate histórico se justifica pelo fato de serem escassas as referências em manuais de história do pensamento geográfico e de geografia física sobre a formação social do conceito de bacia hidrográfica, em especial sobre o seu papel no desenvolvimento histórico e econômico do sistema-mundo. Ou seja, é um tema que nos leva a refletir sobre a produção do conceito de natureza após a revolução científica moderna, que foi gestada em um ambiente urbano e viabilizada pela perda de centralidade do mediterrâneo para o nordeste da Europa na conformação do novo sistema-mundo.

## 2. A questão regional no imperialismo nos séculos XVII e XVIII.

Segundo Sahlins (1990) no século XVII os geógrafos de Richelieu já vinham desenvolvendo a ideia de fronteira natural, concepção que funcionou como um cimento ideológico e que permitiu ao Antigo Regime expandir suas fronteiras no Atlântico, e em direção aos Alpes e aos Pireneus, além da anexação da Alsácia e da Lorena<sup>1</sup>. Citando o historiador Albert Sorel, Sahlins (1990, p. 1423) diz que “geography determined French policy”, onde a noção de regiões e fronteiras naturais materializavam uma concepção teleológica da história francesa.

Ainda segundo Sahlins (1990, p.1425),

“History and geography formed part of a political culture that drew its language and images from the work of experts like Labbe-geographers, cartographers, and historians most often in the service of the crown. These ideas of natural and historical frontiers constituted neither an "interest" nor an "ideology" but a belief that gave shape to an imagined national space, bounded and unified, in seventeenth-century France”.

Em 1652, o jesuíta Jean Françoise expressou, em seu livro *Science of Geography*, o papel das montanhas e dos rios como fortificações naturais, elementos da natureza que foram imediatamente difundidos como fronteiras naturais de um país (SAHLINS, 1990, p.1425). Esta colocação estava atrelada ao imaginário medieval francês, segundo o qual desde o século XIII a fronteira natural aparecia sempre como um símbolo dinâmico (SAHLINS, 1990, p. 1426), estando associada às montanhas e rios que davam o sentimento de unidade e pertencimento ao povo francês.

Na Idade Moderna, este sentimento se consolidou a ponto de as fronteiras e as regiões naturais da França não serem somente os limites da administração do Antigo Regime, mas se confundirem teologicamente com o próprio corpo do rei.

É neste momento que surgiu a cartografia das regiões e das fronteiras naturais, produzindo uma imagem estetizada do território, onde os rios e as montanhas simbolizavam a dinâmica do reino e ao mesmo tempo a sua perpetuação através dos tempos. A partir deste momento passaram a ser produzidos atlas temáticos sobre o território francês, como o *Atlas Commercial da França*, produzido por Nicolas Sanson (1600-1667), considerado oficialmente o primeiro cartógrafo do reino (PASTOUREAU, 1980).

---

<sup>1</sup> Para Gaston Zeller, esta questão das regiões e das fronteiras naturais no pensamento social francês foi tão forte, que interferiu profundamente na capitulação da França durante a II Guerra Mundial. ZELLER, G. Histoire d'une idee fausse. *Revue de synthkse*, n.11/12, 1947, p. 115-131.

Neste contexto cultural e geopolítico solidificaram-se na cultura francesa as noções de fronteira e de região natural, de acordo com as quais os rios e as montanhas eram os representantes naturais da grandeza da nação francesa. Assim, em 1748, Montesquieu associou ao determinismo geográfico as características das fronteiras naturais, enquanto que para David Hume a determinação moral do caráter nacional era dependente da fronteira natural (GAY, 1973).

De 1660 a 1756, Cassini realizou o levantamento geodésico e cartográfico da França, culminando com a determinação do meridiano de Paris. Mas em 1680 ele havia determinado os limites naturais do território francês, que coincidiam com cadeias de montanhas. Com isto, Cassini cristalizou na linguagem cartográfica o sentimento francês de domínio de um espaço contínuo (BROC, 1978).

Logo após o Tratado de Viena de 1738, a França incorporou a Lorena e a Córsega, desse modo às noções de fronteira e de região natural foram estrategicamente utilizadas no contexto da disputa geopolítica.

O desenvolvimento cartográfico centrado no Observatório de Paris, associado às medições geodésicas inicialmente levadas a cabo por Cassini, propiciaram uma importante modernização administrativa, como a reforma burocrática que, utilizando-se dos trabalhos de mapeamento sistemático do território francês, racionalizou a administração do Estado e ao mesmo tempo pode exercer um controle político eficiente sobre o território. Assim, foram realizados extensos levantamentos topográficos objetivando determinar os limites municipais e provinciais, concomitante a um levantamento estatístico profundo sobre a população, as moradias e as condições administrativas locais (TRENARD, 1985).

Com este levantamento geodésico, topográfico e censitário, em 1780 o governo francês realizou uma série de tratados com os reinos vizinhos, particularmente com os reinos de Savoia e de Espanha, onde foram utilizados como critérios para o estabelecimento da fronteira entre a França e Savóia os divisores de bacias hidrográficas. No caso espanhol, o critério natural foram os Pirineus. Já no caso dos limites entre a França e os reinos e principados alemães a discussão foi tensa, uma vez que além da questão da anexação da Lorena pelo Estado francês, os principados não aceitavam uma delimitação física, como as montanhas ou os divisores de água como limites naturais. A fronteira natural entre a França e os principados germânicos era dada pelo rio Ruhr. Os principados questionavam a delimitação, pois além da riqueza mineral na bacia hidrográfica do Ruhr, a dinâmica geomorfológica era marcada por constantes inundações, com intensa dinâmica de migração do canal principal. Esta característica era vista como um problema geopolítico pelos principados, uma vez que o temor era de perda de área territorial, já que a erosão fluvial do Ruhr nos territórios dos principados era intensa, com consequente deposição dos sedimentos no território francês. Segundo Sahlin (1990, p. 1442), este problema nunca foi bem

resolvido entre a França e os principados germânicos e evoluiu para problemas geopolíticos no século XIX e XX.

### 3. A Géographie Physique de Phillippe Bauche: a bacia hidrográfica e a racionalização do território francês.

Em 1730 o rei francês reconheceu a importância do trabalho do geógrafo Phillippe Bauche (1707-1778) outorgando-lhe o título de geógrafo real, que juntamente com o cartógrafo Guillaume Delisle vinham produzindo mapeamentos referentes ao Canal da Mancha e as colônias da França na América e na África.

Em 1740, Paris sofreu uma enorme inundação, na tentativa de resolver este problema, Bauche e Delisle realizaram um mapeamento semidetalhado da capital francesa, em que distinguiram as áreas de topo e as de fundo de vale, argumentando que a inundação estava relacionada às características dos vales fluviais, que segundo eles eram as áreas preferenciais para o escoamento da drenagem perene e intermitente (figura 1). Para Bauche e Delisle, estes canais eram produto do escoamento da água sobre a superfície, que gerava canais e topos, portanto, diferenciações topográficas e geomorfológicas derivadas da erosão.



Figura 1. Planta hidrográfica da cidade de Paris, elaborada por Bauche e Deslile em 1740.  
Fonte: LAGARDE (1990, p. 27)

No ano de 1744, Bauche apresentou a *Academie des Sciences* dois mapeamentos, o primeiro tratou do canal da Mancha e o segundo sobre o papel das bacias hidrográficas na esculturação do relevo francês<sup>2</sup>. Para Bauche, a diferenciação do relevo era o produto daquilo que ele chamava de cadeias de montanhas que eram esculpturadas pelas drenagens, o que permitiria regionalizar o território francês em regiões naturais, que para Bauche nada mais eram que bacias hidrográficas (figura 2). Por analogia, Bauche advogava que não somente a crosta emersa poderia ser regionalizada por bacias hidrográficas, mas que estas mesmas cadeias montanhosas também dividiam os oceanos em Atlântico, mar das Índias (oceano Índico) e o grande mar (oceano Pacífico). Demonstrando com isto que as bacias hidrográficas e as cadeias montanhosas que resultavam da esculturação fluvial poderiam ser utilizadas como referencial lógico para o entendimento e a racionalização da natureza na superfície terrestre.



Figura 2. As regiões naturais do território francês segundo Bauche (1744)

Fonte: LAGARDE (1990, p.29).

<sup>2</sup> Segundo Debarbieux (2009), este trabalho de Bauche foi publicado cinco anos antes de Buffon publicar a Teoria da Natureza. Segundo o próprio Buffon, o mesmo foi despertado para o papel das montanhas da diferenciação do relevo e principalmente nas espécies a partir do trabalho de Bauche.

Em 1752, Bauche apresentou a *Academie des Sciences* o livro *Essai de géographie physique, ou l'on propose des vues générales sur l'espèce de Charpente du Globe, composée des Chaînes de Montagnes qui traversent les Mers comme les Terres, avec quelques considérations particulières sur les différents Bassins de la Mer, et sur sa configuration intérieure* (DEBARBIEUX, 2009). Neste livro, Bauche defendeu que as diferenciações da morfologia da crosta seriam produto da dissecação fluvial, cujo resultado eram bacias hidrográficas (figura 3) compostas por topos, vertentes e fundos de vale. As bacias hidrográficas poderiam ser delimitadas em cartas topográficas e o conjunto de bacias hidrográficas sob mesmas condições climáticas e geológicas permitiria a regionalização do território em regiões naturais. Para esta afirmação, Bauche utilizou-se do mapeamento mineralógico da França realizado por Guettard em 1746, que demonstrou que a distribuição dos minerais na França estava relacionada às litologias e à dissecação do relevo, comandada pelos rios (DEBARBIEUX, 2009, p. 89-90).

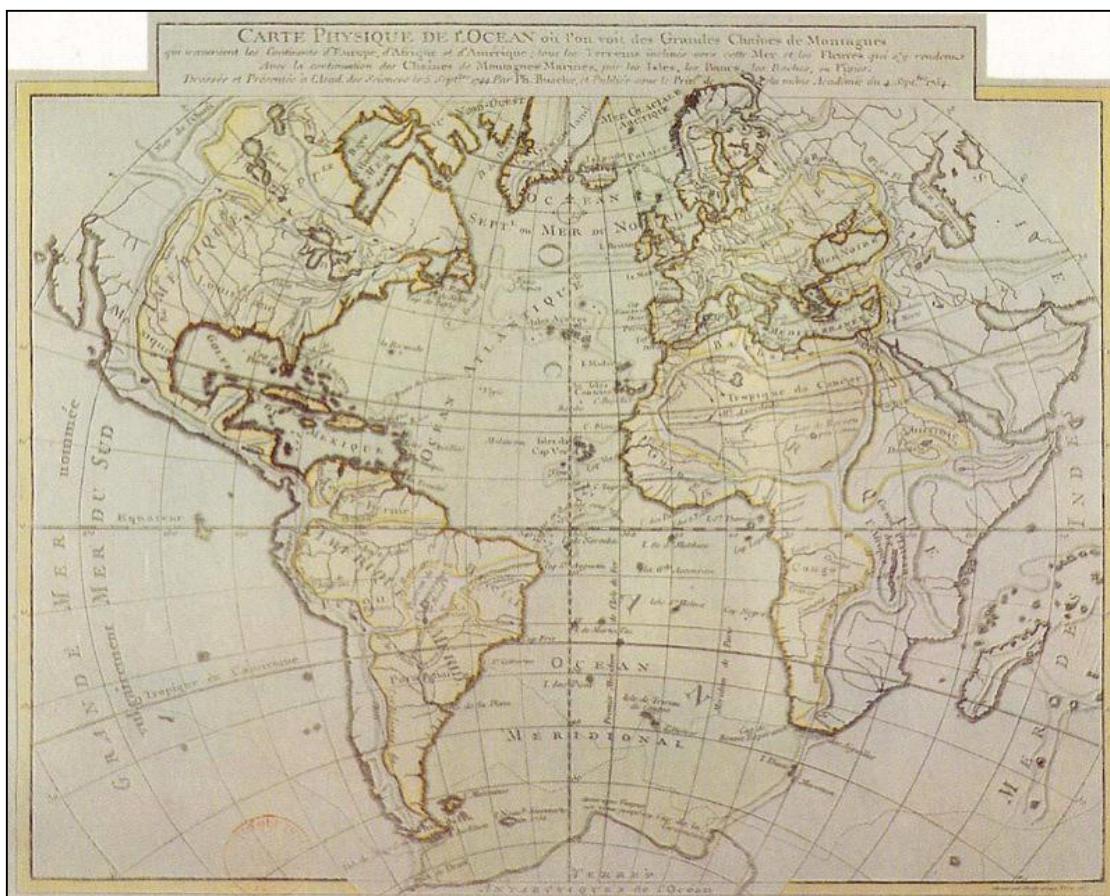


Figura 3- Proposta de Bauche (1754), para a regionalização dos continentes em bacias hidrográficas.  
Fonte: DEBARBIEUX (2009, p. 91)

O *Essai de Géographie Pysique*, de P. Bauche, representou não somente a evolução de uma tradição no pensamento geográfico francês dos séculos XVII e XVIII, mas também a sua

organização, assim como as suas premissas serviram como elemento estratégico para a racionalização sobre o espaço e o território.

Primeiramente Bauche considerou que as formas de relevo na superfície da Terra apresentavam organização e distribuição espacial dividida em cadeias de montanhas e bacias hidrográficas, que representariam, segundo ele, um ordenamento lógico para a distribuição dos objetos naturais no espaço.

Para Bauche (*apud* DEBARBOEUX, 2009, p. 98):

I thought that ... I had to use the clues left by the rivers. We can't deny that the origins of rivers and streams naturally indicate the height of the terrains where they source their water to nourish and fertilize the lands they cross as they descend from the high places, whether it be by steeper or shallower slopes, until they empty themselves into the sea. Neither can we doubt the liaison and the relationship that mountains have with rivers.

Para a concepção de distribuição, relação e ordenamento dos objetos naturais na superfície da Terra, Bauche tomou como referência a noção de espaço geométrico de Descartes, onde o espaço terrestre seria um sistema de referências de pontos, permitindo desta forma que o mesmo fosse cartografado.

Segundo Bauche, os objetos naturais não apresentariam uma distribuição aleatória na superfície da Terra e as formas estariam sempre lógica e geneticamente conectadas, como no caso do topo das montanhas com o canal dos rios; com isto, Bauche inferia que as montanhas eram úteis não somente para a delimitação das regiões e das fronteiras naturais, mas também para a exploração mineral (DEBARBOEUX, 2009, p. 100).

Para o mapeamento e a utilização dos recursos minerais das montanhas, Bauche pressupôs um encadeamento metodológico, destacando a realização de trabalhos de campo e a utilização de técnicas matemáticas para o cálculo do gradiente, do volume e das altitudes das montanhas. Esta regra metodológica não somente auxiliaria, segundo Bauche, na localização e no mapeamento das jazidas minerais (DEBARBOEUX, 2009, p. 101).

Assim, Phillippe Bauche, ao propor uma cartografia para o território francês com destaque para a sua divisão em bacias hidrográficas, permitiu que elas, as bacias, fossem concebidas como unidades lógicas que deveriam ser utilizadas para a delimitação de regiões naturais, preconizando, segundo Gomes (1995, p. 55), a concepção de que o ambiente teria um certo domínio sobre a orientação do desenvolvimento da sociedade.

Enfim, a partir das noções de fronteira e de região natural, a França racionalizou e ao mesmo tempo purificou o seu espaço, fatores que viabilizaram a unificação política, fiscal e econômica



de seu território (NOEL, 1966); características estas que foram revolucionárias no contexto europeu e serviram como modelo para outros países, como por exemplo, a Grã-Bretanha.

#### **4. O uso da bacia hidrográfica e da região natural pela Inglaterra.**

Na Grã-Bretanha, a partir de meados do século XVIII, a concepção de Bauche sobre a esculturação da crosta em bacias hidrográficas, assim como a noção de região natural possibilitou uma maior racionalização sobre o uso das terras, assim como a extração de recursos naturais, o que levou a uma especialização regional em todas as escalas do vasto território colonial inglês

No caso da Grã-Bretanha, a definição de um processo de regionalização geográfica dos territórios coloniais ingleses não obedeceu a uma simples aplicação do conceito de região natural como formulado na França. Este processo obedeceu a uma conjunção entre a noção de diferenciação de áreas de Varenus e em muitas situações, como no caso do território indiano, houve também a incorporação de preceitos da noção de região como formulada por Estrabão.

Enquanto na Jamaica a Grã-Bretanha não pressentia perigo de resistência da população local frente a sua política imperialista e principalmente ao perigo da cooptação desta população pela França; na Índia a situação geopolítica era diferente, pois devido ao forte desenvolvimento cultural, religioso e político que prevalecia na Índia, logo se percebeu que era forte o sentimento de pertencimento das comunidades, o que impedia o uso de ações violentas para a manutenção do domínio territorial inglês nesta região do globo.

Diante deste quadro, a maior preocupação de ordem geopolítica eram as áreas fronteiriças entre a Índia e a Ásia Central, pois devido a tradição histórica de relações comerciais e culturais que prevalecia entre as comunidades indianas com as comunidades da Ásia Central, a sensação era a de que as fronteiras da Índia com a Ásia Central eram susceptíveis as incursões dos Impérios Russo e Otomano, fato que colocava em perigo os objetivos imperiais da Grã-Bretanha naquela região asiática (COSCOIGNE, 1994; OGBORN, 2004; WINCHESTER, 2004).

A saída estratégica foi a construção de uma rede articulada que envolvia diplomacia e ciência<sup>3</sup> com forte apoio tecnológico (EDNEY, 1993, 1994). Pois na avaliação geopolítica chegou-se ao consenso de que estas regiões fronteiriças eram verdadeiros espaços de transição, pois a noção de fronteira entre as comunidades indianas e as da Ásia Central eram muito ténues, o que dificultava o controle estratégico do território. Portanto era necessário que se conhecesse profundamente e em detalhe as características naturais, culturais e econômicas do território indiano. Para isto a Grã-Bretanha procedeu a um amplo mapeamento do território indiano, em especial o fronteiriço

---

<sup>3</sup> Esta estratégia coaduna-se com a concepção de Latour (2000, 2009) de centros de cálculo, que envolvia não somente uma rede de cientistas e de instituições, mas também promovia a sinergia entre várias propostas científicas, técnicas e tecnológicas para a resolução de problemas práticos.

a partir de um hibridismo entre os conceitos de região cultural conforme dado por Estrabão e o de bacias hidrográficas, formando um arquivo geográfico com informações detalhadas sobre todo o território indiano, o que resultou no primeiro Atlas da Índia (EDNEY, 1987).

O território indiano foi mapeado em escala 1:1.000.000, em foram utilizados modernos procedimentos geodésicos, na época representada pelo método da triangulação cartográfica<sup>4</sup>. Este mapeamento possibilitou o planejamento estratégico sobre a disposição das bases militares, assim como a extração dos recursos naturais das diversas regiões da Índia, forçando a especialização de tais regiões no contexto da revolução industrial inglesa.

No entanto faltava um arcabouço metodológico que informasse não somente como coletar as informações, mas principalmente como trata-las, ou seja, como integra-las em uma estrutura que permitisse de fato a construção de uma visão estratégica sobre o território. Para isso, os cientistas da *Royal Society*<sup>5</sup> utilizaram-se mediante algumas da proposta humboldtiana de estudos sobre a natureza. O tema relativo à estética foi retirado do receituário metodológico, mas foi mantida a questão da observação, da descrição, da busca de conexões, das correlações, da representação cartográfica e, entremeando todas estas etapas, o uso de instrumentos de mensuração e de coleta de informações sobre as características térmicas e hídricas da atmosfera.

Esta proposta metodológica, associada ao papel da drenagem na esculturação do relevo, gerando bacias hidrográficas e estas, quando regionalizadas pelo critério das características de clima e vegetação geravam regiões naturais. Estas eram regiões naturais o objeto de trabalho dos naturalistas da *Royal Society* e ao mesmo tempo permitiam o julgamento sobre o uso dos recursos naturais e as potencialidades regionais indicando em que tipo de atividade uma região deveria se especializar.

Assim, dada as suas características e propriedades as regiões naturais apresentam potencial de uso diferenciado, viabilizando assim a diversificação de uso das terras e a exploração dos demais recursos naturais.

No caso específico da Grã-Bretanha, o uso da bacia hidrográfica como critério de mapeamento e definição da regionalização dos territórios coloniais, em especial a Índia, obedeceu as particularidades da dinâmica histórica de seus territórios coloniais. Neste sentido, diferentemente

---

<sup>4</sup> Segundo Edney (1987) o método da triangulação cartográfica era o viés tecnológico mais avançado da época, século XVIII. O problema inicial é que diferentemente do hemisfério norte, no hemisfério sul não há a estrela polar, o que tornava impossível o uso da triangulação cartográfica. A revolução tecnológica no uso deste método pelos ingleses deu-se com a utilização da paisagem e de sua fisiografia como referência para o estabelecimento dos pontos fixos e suas respectivas coordenadas. A partir de então, o topo de uma colina, uma casa, ou mesmo uma cachoeira poderia ser utilizado como base para o estabelecimento das medidas e a consequente representação cartográfica dos objetos naturais e humanos que compunham a paisagem.

<sup>5</sup> Diferentemente da França onde já havia a figura do geógrafo e do cartógrafo, na Inglaterra esta figura surgiu somente depois de 1838 com a criação da Royal Geographical Society. Para Gascoigne (1987) o motivador para este atraso estava fundamentado na postura política de Joseph Banks, presidente da Royal Society, para quem o fundamental era o domínio da metodologia newtoniana, fato que seria o suficiente para que o filósofo natural realizasse qualquer tipo de investigação.

do caso francês, a bacia hidrográfica foi a estrutura importante para o critério de regionalização, no entanto, para a constituição e consequente efetivação da regionalização houve a necessidade de se adotar procedimentos metodológicos híbridos, onde se procurou compatibilizar os conceitos de diferenciação de áreas de Varenus, com a noção de região cultural herdada de Estrabão, associada a diferenciação espacial da natureza dada por bacias hidrográficas. Este procedimento foi efetivado mediante a adaptação da metodologia humboldtiana, incrementada com o forte uso tecnológico advindo das modernas técnicas da geodesia e da cartografia.

Este critério híbrido de regionalização do território colonial em especial a Índia, permitiu o planejamento e o uso do território colonial indiano, a ponto de iniciar um amplo processo de migração biogeográfica forçada de espécies animais e vegetais (CROSBY, 1988) com amplos impactos na cultura da natureza.

## **5. Considerações Finais**

Historicamente, o conceito de bacias hidrográficas como unidades de planejamento se desenvolveu a partir da luta imperialista entre a França e a Grã-Bretanha a partir do século XVII. É neste caldo de expansão do sistema-mundo que as bacias hidrográficas serão alçadas a categoria de instrumentos de regionalização dos territórios nacionais, cujo caso emblemático é o francês onde a noção de bacia hidrográfica passou a ser sinônimo de região natural.

Já no caso da Grã-Bretanha, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e controle territorial foi amplamente utilizada para fins de manutenção da segurança dos territórios coloniais, cujo melhor exemplo foi o indiano. No entanto, devido às características e propriedades do entendimento sobre ciência e método científico, além das peculiaridades culturais, históricas, religiosas e econômicas do território indiano, a Grã-Bretanha utilizou um critério híbrido para regionalizar este território colonial.

Assim, a partir da conexão entre as noções de região natural, região cultural e bacias hidrográficas, com intenso uso da tecnologia, produziu-se um amplo arquivo geográfico sobre a natureza e a cultura nos territórios indianos. Estas informações geográficas permitiram não somente a realização de mapeamentos temáticos em detalhe, como possibilitou o planejamento estratégico de uso do território, tanto para fins de controle militar, principalmente nas fronteiras da Índia com a Ásia, mas também para uma melhor extração dos recursos territoriais, o que levou a um amplo processo de especialização da produção nas diferentes regiões indus, atendendo aos objetivos e a nova lógica espacial imposta pela revolução industrial inglesa.

## 6. Bibliografia

- BROC, Numa. *La géographie des philosophes*. Paris: Masson, 1978.
- CROSBY, Alfred. *Ecological imperialism; the biological expansion of Europe 900-1900*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- DEBARBIEUX, Bernard. The Mountains between corporal experience and pure rationality: the contradictory theories of Philippe Bauche and Alexander von Humboldt. In: COSGROVE, Denis; DELLA DORA, Veronica. *High Places*. London: Taurus Libri 2009, p.87-104
- EDNEY, Matthew. Cartography without progress: reinterpreting the nature and historical development of mapmaking. *Cartographic Journal*, 30 (2 e 3), 1993, p.54-68.
- \_\_\_\_\_. British military education, mapmaking, and military mapmindedness in the later enlightenment. *Cartographic Journal*, 31, 1994, p.14-20.
- \_\_\_\_\_. *Mapping an Empire. The geographical construction of British India, 1765-1843*. Chicago: University Chicago Press, 1997. Gerland, 1987.
- GAY, Peter (ed.) *The enlightenment: a comprehensive anthology*. New York: Blackwell, 1973.
- GASGOINE, Joseph. *Science in the service of empire: Joseph Banks, the British state and the uses of science in the age of revolution*. Cambridge, UK ; New York, NY : Cambridge University Press, 1987.
- GOMES, Paulo César da Costa. O conceito de Região e sua discussão. In: CASTRO, Iná Elias; et al. (Orgs.): *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 49-76.
- LAGARDE, Lucie. Philippe Bauche, ou le premier géographe française, 1700-1773. *Mappe Monde*, 87 (2), 1990, p.26-30.
- LATOUR, Bruno. *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge: MA, Harvard University Press, 1987.
- \_\_\_\_\_. *Ciência em ação : como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. SP: Editora da Unesp, 2000.
- \_\_\_\_\_. *Jamais fomos modernos. Ensaios de antropologia simétrica*. RJ: Editora 34, 2009.
- NOEL, Jean-Francois. "Les Problemes de frontieres entre la France et l'Empire dans la seconde moitié du XVIIIe siecle. *Revue historique*, 23(5), 1966, p. 333-46.
- OGBORN, Milles. *Geographia's pen: writing, geography and the arts of commerce, 1660–1760*. *Journal of Historical Geography* 30, 2004, p. 294–315.
- PASTOUREAU, M. Les Atlas imprimés en France avant 1700. *Imago Mundi*, 32, 1980, p. 45-72.
- SAHLINS, P. Natural frontiers revisited: France's boundaries since the seventeenth century, *The American Historical Review*, 95 (5), 1990, p.1423-1451.
- TRENARD, Louis. Perception et delimitation de l'espace français au XVIIIe siecle. *L'information historique*, 4/7, 1985, p. 124-25.
- ZELLER, G. Histoire d'une idee fausse. *Revue de synthkse*, n.11/12, 1947, p. 115-131.
- WINCHESTER, Simon. *Krakatoa: o dia em que o mundo explodiu*. RJ: Objetiva, 2004.
- WITHERS, Charles. How Scotland came to know itself: geography, national identity and the making of a nation, 1680–1790. *Journal of Historical Geography* 21, 1995, p. 371–39.
- \_\_\_\_\_. Encyclopaedism, modernism and the classification of geographical knowledge. *Transactions, Institute of British Geographers*, 21, 1996, p.275-98.
- \_\_\_\_\_. *Placing the Enlightenment: Thinking geographically about the Age of Reason* Chicago: Chicago University Press, 2007, p. 45–61
- \_\_\_\_\_. On enlightenment's margins: geography, imperialism and mapping in Central Asia, c. 1798-1838. *Journal of Historical Geography*, 39, 2013, p. 3-18.
- Moritz Wagner e a crítica à teoria darwiniana sobre a migração dos organismos.



## MORITZ WAGNER E A CRÍTICA À TEORIA DARWINIANA SOBRE A MIGRAÇÃO DOS ORGANISMOS.

A. C. Vitte<sup>(a)</sup> · C. F. G. Geraldino<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Unicamp  
acarlosvitte@gmail.com.

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Unicamp  
carlosgeraldino@gmail.com

### Resumo

O objetivo do artigo é apresentar o debate entre Moritz Wagner e Charles Darwin sobre o papel da migração dos organismos e do isolamento geográfico na especiação, que para Moritz Wagner seriam os dois principais mecanismos que atuariam na evolução das espécies. Para Charles Darwin, a especiação e a evolução seriam produtos de uma conexão entre o acaso e a variabilidade dentro de uma mesma espécie, ou seja, o princípio da divergência é que seria o principal mecanismo da evolução. O debate público entre Wagner e Darwin sobre a migração e o isolamento dos organismos, além de consolidar as bases da biogeografia como campo temático na geografia alemã, permite-nos também discutir como o darwinismo foi incorporado na Alemanha pós-unificação territorial, a partir dos trabalhos de Ernest Haeckel, e como interferiu diretamente nas reflexões de Friedrich Ratzel.

**Palavras-Chave:** História da Geografia; Moritz Wagner; Charles Darwin; Teoria da Migração dos Organismos; Evolução das Espécies.

### 1. Introdução

Em 1882, Friedrich Ratzel (1844-1904) abre o primeiro volume de sua *Anthropogeographie*, pedra angular da geografia humana, com um prefácio em espírito de dedicatória destinado a homenagear o seu mentor intelectual – e, em suas palavras: “Hochverehrter, väterlicher Freund!” [Honrado, amigo paternal!] (RATZEL, 1909, p. V) – Moritz Wagner (1813-1887). Nas três páginas que constituem esse prólogo, Ratzel demonstra profunda gratidão por Wagner fazendo referência positiva, entre outras, à sua “teoria de migração dos organismos” da qual ele próprio reconhece ter sido uma importante peça na construção de seu pensamento. Tanto Moritz Wagner, quanto sua referida teoria, apesar de se fazerem como explícitas influências na constituição do pensamento ratzeliano e, por consequência direta, para as bases metodológicas da ciência geográfica moderna, ainda não mereceram a devida atenção – a exceção de Beck (1953) – dentre os pesquisadores que investigam os fundamentos de nossa disciplina. Este presente texto visa justamente preencher essa lacuna na história do pensamento geográfico. O objetivo aqui, portanto, centra-se na análise da teoria da migração dos organismos do explorador e geógrafo alemão Moritz Wagner.

## 2. Quem foi Moritz Wagner?

Friedrich Johann Carl Moritz Wagner nasceu, em 1813, em Bayreuth, cidade localizada no norte da região da Bavária, e se suicidou em Munich, no ano de 1887, aos 73 anos de idade. Iniciou sua carreira como jornalista na área da história natural, realizando uma série de viagens que o tornaram famoso como explorador e respeitado enquanto geógrafo. Os conhecimentos que adquiriu nessas áreas fundaram-se basicamente na empiria proporcionada pelo campo. A produção de relatos dessas viagens e a coleta espécimes de diferentes lugares que percorreu fizeram-se, durante muitos anos, como sua própria fonte de sustento. Em 1842, obteve seu doutoramento e, dentre outras posições acadêmicas, ocupou, a partir de 1862, a cadeira de curador da Coleção Etnográfica Real do Museu Estadual da Bavária (WEISSMAN, 2009; WAGNER, BAUER, BOHME, 2012).

Em suas viagens de exploração, realizadas no período de 1836 até fins de 1850, Wagner percorreu o continente americano de norte a sul, o Norte da África e algumas regiões da Ásia, coletando uma grande quantidade de espécies dessas áreas. Durante esse processo, começou a notar que espécies similares se encontravam geralmente apartadas entre si por acidentes geográficos como rios, cordilheiras e regiões desertas. Na Argélia, entre 1836 e 1838, por exemplo, verificou que duas espécies distintas de coleópteros não voadores com características muito próximas entre si encontravam-se separadas ao longo de todo o percurso dos rios que nasciam nas montanhas Atlas. Essa observação também foi corroborada em suas viagens posteriores para Ásia e para a América, aonde, além do poder de separação dos rios, verificou que esses padrões se repetiam em espécies que se encontravam em lados opostos de cordilheiras e, também, em espécies isoladas entre os picos mediados por vales. Em 1841, numa obra sobre a descrição de suas viagens no continente africano, Wagner trouxe ao público a evidência de correlação entre acidentes geográficos e distribuição de espécies similares, porém, ainda sem ter qualquer tipo de teoria da qual conseguisse explicar esses bem fundamentados padrões biogeográficos presentes na natureza (MAYR, 1998; SULLOWAY, 1979).

O ponto de inflexão no pensamento de Wagner só veio mesmo a ocorrer na leitura que fez da revolucionária e então recém-lançada obra *On the origin of species by means of natural selection* (1859), do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882). A tradução desta para a língua alemã foi publicada por Heinrich Georg Bronn (1800-1862) logo em junho do ano seguinte, 1860. As teorias ali presentes a favor da descendência com modificação dos seres vivos catalisaram as ideias de Wagner a respeito dos padrões de distribuição biogeográficos. Como aponta Sulloway (1979), o efeito que a teoria evolutiva de Darwin teve em Wagner foi maior do que apenas ajudá-lo a entender os fenômenos que havia se deparado em suas viagens, mas, também incidiram fortemente em sua própria vida profissional e particular. Isso, pois sendo um dos primeiros pesquisadores a prontamente aderir as ideias de Darwin na Alemanha, Wagner pode se valer de

certa notoriedade no meio intelectual do qual fazia parte, via a óbvia polêmica da qual o evolucionismo instaurou no meio acadêmico e social da época. Junto a esse, soma-se outro fator. Apesar de ser reconhecido por explorador e importante colecionador de espécies, Wagner era sombreado academicamente por outro Wagner, no caso, seu irmão mais velho, Rudolf Wagner (1805-1864). Rudolf já havia conseguido alcançar o status de consagração como cientista com trabalhos nas áreas de anatomia e fisiologia tanto, como um de seus principais feitos, sido o co-descobridor da vesícula germinal. Profundamente inclinado às premissas cristãs, Rudolf se opunha veemente à filosofia materialista e logo se dispôs do lado dos antidarwinistas, tachando o *On the origin* de Darwin, após uma lista de objeções, como nada mais do que um grande devaneio. Tal foi a chance de Moritz Wagner de sair da sombra de seu irmão e se descartar com um promotor das ideias evolutivas na Alemanha. Porém, mais do que isso, quatro anos após a morte de seu irmão Rudolf, buscou não só apoiar publicamente as ideias de inovadoras de Darwin, mas, de alguma forma, corrigi-la em um de seus mais caros tópicos, a saber: o meio pelo qual se dá o processo de especiação (SULLOWAY, 1979).

Em 2 de março de 1868, Wagner realizou a leitura de seu ensaio *Die Darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen*<sup>1</sup> [A Teoria Darwiniana e a Lei da Migração dos Organismos] junto à Assembleia da Real Academia de Ciências de Munique. Como o título já aponta, seu principal objetivo era anunciar uma nova lei de migração dos seres que serviria como complemento à teoria evolutiva de Darwin e também como resposta a algumas objeções que esta estava sofrendo por parte dos críticos. Para o autor, Darwin, dentre outros problemas, havia esquecido o papel de necessidade que isolamento de populações, via acidentes geográficos, deveria ter para a realização do processo de especiação. Darwin havia posto a geografia num papel secundário em sua teoria e Wagner pôs-se na tarefa de alertá-lo do caráter necessário dela. Ou seja, o debate Wagner/Darwin teve como ponto de desacordo justamente o papel dos acidentes geográficos na evolução e diversificação dos seres vivos. Tal debate se instala na publicação do referido ensaio de Wagner e prolonga-se no envio desse ao próprio Darwin que o leu e enviou sua resposta discordando cortesmente do que ali era apresentado. O desdobramento dessa divergência deu-se, ao longo dos anos, num enrijecimento das visões concomitante à diminuição da polidez no trato. Após uma inicial discordância amistosa, Darwin e Wagner viram-se, nas suas subsequentes cartas e publicações, em lados opostos. Wagner acabou por cada vez mais diminuir a importância de Darwin na teoria evolutiva, tomando para si o papel de real descobridor das leis naturais de transmutabilidade e Darwin, por sua vez, deixou de reconhecer em Wagner um apoiador de sua teoria em solo alemão. A seguir, nos debruçaremos na análise dos argumentos

---

<sup>1</sup> Em 1873, esse ensaio foi traduzido para a língua inglesa por James Laird; em tal tradução que nos debruçamos nossa análise.



alçados por Wagner na fundamentação de sua teoria de migração dos organismos para depois concentrarmos nos motivos da discordância de Darwin.

### 3. A lei da migração dos organismos

Já no prefácio do ensaio de 1868, Wagner afirma que a lei da migração dos organismos é notável, acima de tudo, por sua simplicidade, pois se embasa em dos dois principais impulsos dos seres vivos, a saber: o de autopreservação e o de reprodução. Ambos, agindo em concomitância, impulsionariam um terceiro instinto, o da migração. Em suas palavras: “The migration of organisms is a necessary consequence of these impulses, and is the first incentive to numerous variations<sup>2</sup>” (WAGNER, 1873, p. 2). Ou seja, para o autor, os instintos de autopreservação e de reprodução, num contexto de luta pela sobrevivência, fariam que parte da população de determinada espécie procurasse a migração como forma de amenização do conflito buscando, assim, novos territórios de sobrevivência. Wagner, no entanto, acrescenta que a migração, seja ela voluntária ou casual, de parte de população de uma espécie, ou mesmo de um casal desta, ao transpor as fronteiras do nicho natal, se depararia com novas condições ambientais que promoveriam o aumento da variabilidade dos indivíduos dando início ao processo de seleção natural. Em sua visão:

The law of migration and natural selection are closely connected. The geographical distribution of forms could not be explained without Darwin’s theory. On the other hand, selection without the migration of organisms, and without long isolation of single individuals from the station of their species, could not be called into action. Both phenomena are in close correlation<sup>3</sup> (WAGNER, 1873, p. 51).

Assim, podemos observar claramente que para o autor não há seleção natural sem migração prévia. Wagner não considera a seleção natural como algo sempre operante na natureza, mas como algo intermitente, ocorrendo apenas quando há o aumento da variabilidade de um grupo causado por sua migração para áreas com condições ambientais diferentes. Em sua perspectiva, novas condições ambientais provocam mudanças fisiológicas, via o uso e desuso das partes dos organismos, que são passadas para prole através de herança de caracteres adquiridos. Daí o porquê da mudança de condições ambientais provocariam maior variabilidade individual. O ambiente agiria como estímulo à variabilidade. Num ambiente estável, a variabilidade é anulada, sem ela,

<sup>2</sup> “A migração dos organismos é uma consequência necessária desses impulsos, e é primeiro incentivo para numerosas variações” (tradução nossa).

<sup>3</sup> “A lei da migração e da seleção natural estão intimamente ligadas. A distribuição geográfica das formas não pode ser explicada sem a teoria de Darwin. Por outro lado, seleção sem a migração de organismos, e sem um longo isolamento de indivíduos a partir da estação de suas espécies, não poderia ser posta em ação. Ambos os fenômenos estão em estreita correlação” (tradução nossa).

não há seleção natural. Por isso é que entende que só com a migração para outras áreas com condições ambientais diferenciadas é que haverá seleção natural.

Outro importante princípio do qual sua teoria se assenta é o duradouro e necessário isolamento geográfico que a população migrada deve ter da população original. Sem esse tipo de isolamento ocorreria constantes inter cruzamentos dos indivíduos das duas áreas que resultaria na homogeneização das formas e no estancamento do processo de especiação. O que Wagner procura contribuir para com a teoria evolutiva, via seleção natural, é justamente sobre a importância do papel da migração e do isolamento geográfico na formação de novas espécies que, a seu ver, foi pouco considerado por Darwin. Em síntese, a lei proposta por Wagner afirmava que a formação de novas espécies só poderia ocorrer se parte de uma população migrasse para uma área com condições ambientais diferentes da terra natal e fosse protegida, por um longo tempo, do cruzamento daqueles que não migraram. Acidentes geográficos como cadeias de montanhas, rios e ilhas são trazidos por Wagner para exemplificar os meios de isolamento das populações. Tais formas terrestres seriam necessárias para que o processo de especiação se efetivasse.

Para fundamentar sua tese, Wagner inicia o ensaio lembrando que outros, antes dele e de Darwin, já haviam se atentado para a distribuição geográfica dos organismos. Lembra que Alphonse de Candolle (1806-1893), autor de *Géographie botanique raisonnée* (1856), já questionara a respeito das relações entre os seres vivos e suas respectivas localizações. Teriam eles sido criados independentemente em seus lugares que ora ocupam ou haviam surgido em outro território do qual depois se dispersaram? Tal era a questão de Candolle. Junto a ele, Wagner lembra também o nome de outro importante naturalista que se enveredou por questões semelhantes, Alexander von Humboldt (1769-1859). Humboldt entendeu que as causas que explicariam os padrões geográficos das espécies, em suas similitudes e diferenças de formas, “[...] lie under the impenetrable veil which still conceals from our eyes all that pertains to the beginning of matter [...]”<sup>4</sup> (HUMBOLDT apud WAGNER, 1873, p. 8). Candolle e Humboldt observaram uma paisagem multiforme de seres vivos cuja explicação, reconhece Wagner, só viria mesmo ser publicada em 1859, ano da morte de Humboldt, por Charles Darwin. A teoria de evolução por meio da seleção natural desvelou, assim, as leis que regiam os padrões de distribuição geográficos das espécies. É reconhecendo isso que Wagner se debruça na análise da obra do famoso naturalista inglês.

Um primeiro e importante, porém, no entanto, já se encontra na própria delimitação que Wagner pôs para si na análise da *Origem* de Darwin. Wagner diz: “In the present work I will confine myself exclusively to a discussion of the most important facts regarding the geographical distribution of animals and plants, communicated in Chapters XI and XII of the above-mentioned

---

<sup>4</sup> “[...] encontram-se ainda sob o véu impenetrável que esconde de nossos olhos tudo que diz respeito ao início da matéria” (tradução nossa).

work [Origin]<sup>5</sup>” (1873, p. 9). Ou seja, Wagner deixa claro que sua atenção foi focada nos capítulos eminentes geográficos da *Origem*. Sendo assim, é de se levantar a suspeita que talvez isso tenha feito Wagner deixar passar a importante discussão sobre a matéria presente nos demais capítulos, principalmente o quarto, aonde Darwin tratou justamente de lucidar o processo de especiação via divergência de caracteres. Isso pode ter sido a raiz de toda a posterior confusão entre eles. Um pouco a frente, Wagner afirma que a teoria da seleção natural de Darwin é capaz de explicar fatos sobre a distribuição da fauna e flora no planeta, mas, novamente, alega que os capítulos dos quais ele se debruçou com mais afinco não tratavam desse tema de maneira suficientemente adequada. Em suas palavras:

Nevertheless, after careful perusal of the above-mentioned chapters, I was unable to recognize the full significance of natural selection in explaining most of the remarkable phenomena, which meet the eye during an investigation of the Flora and Fauna of the botanical and zoological provinces of all quarters of the globe<sup>6</sup> (WAGNER, 1873, p. 10).

Essa passagem reforça nossa suspeita que Wagner não leu a *Origem* com a mesma atenção como um todo. Parece que o fato de não encontrar nos capítulos geográficos a explicação da especiação lhe outorgou o direito de propor uma teoria a respeito. Wagner deveria enfatizar em sua crítica os tópicos dos quatro primeiros capítulos da *Origem*, pois estes são onde as teorias de Darwin são explicitamente apresentadas, os demais capítulos, inclusive os sobre a distribuição geográfica, se dedicam a refutação de objeções e a comprovação das teorias aludidas nos capítulos iniciais. Wagner, assim, considerou que a teoria de Darwin apresentava uma lacuna explicativa para o processo contínuo de formação de novas espécies, por isso, ofereceu sua teoria da migração no intuito de preencher essa suposta falta.

Wagner também considerou que a teoria de Darwin não explicava satisfatoriamente a causa externa que promulga a variabilidade individual nem a condição pela qual certa característica vantajosa, adquirida na luta pela vida, torna-se indispensável. Ou seja, para o geógrafo alemão Darwin não explicou na *Origem* o como que as variações dos indivíduos da mesma espécie surgem e nem como, uma vez surgida tal característica vantajosa, essa poderia se manter. Segundo Wagner, a variação ambiental seria a causa da variação e o isolamento geográfico seria a causa da manutenção das variedades vantajosas. Além disso, afirmou que Darwin, ele próprio, “[...] does not have recognized the full signification of natural selection in explanation of so many,

<sup>5</sup> “No presente trabalho vou limitar-me exclusivamente a uma discussão sobre os fatos mais importantes sobre a distribuição geográfica dos animais e plantas, comunicada nos capítulos XI e XII do trabalho acima mencionado [Origem]” (tradução nossa).

<sup>6</sup> “No entanto, após a leitura cuidadosa dos capítulos acima mencionados, eu fui incapaz de reconhecer o completo significado da seleção natural na explicação da maioria dos marcantes fenômenos que atentam o olho durante uma investigação da Flora e Fauna das províncias botânicas e zoológicas de todos os cantos do globo” (tradução nossa).

formerly highly enigmatical, phenomena in the geographical distribution of organisms, nor the weight of certain facts relative to the migration of animals and plants<sup>7</sup> [...]” (1873, pp. 11-12). Assim, no intuito de sanar essas lacunas explicativas é que Wagner formulou sua teoria migração dos organismos. Para isso, lança mão de seus estudos feitos nos anos 1836-38 sobre a distribuição da fauna no Norte da África, apontando o importante papel que os cursos d’água têm no isolamento das populações. Procede por uma linha argumentativa idêntica a de Darwin ao tencionar o ponto de vista criacionista questionando o porquê que o Criador teria feito espécies diferentes de besouros, porém muito semelhantes entre si, em lados opostos de um rio. Procurando, com isso, demonstrar que a explicação evolutiva possuiria maior sucesso heurístico do que a criacionista que sugeriria, nesse caso, dois atos de criação independentes. Tal como no caso dos rios, Wagner traz a separação de espécies em cadeias montanhosas, ressaltando que nessas últimas o grau de diferenciação entre as populações apartadas seria maior devido a maior dificuldade de transpasse. No caso das montanhas, sustenta também que causas climáticas seriam insuficientes para explicar a separação de espécies irmãs em lados opostos dos sopés das elevações, pois mesmo com condições climáticas idênticas, em ambos os lados das cordilheiras, observamos uma diferenciação entre espécies com formas parcialmente correlatas. Ou seja, não seria o clima em si que estaria separando ou diferenciando as espécies, mas sim as barreiras geográficas ocasionadas pelas cadeias montanhosas. Wagner levanta, nesse caso, um princípio que estabelece uma relação diretamente proporcional entre altura das montanhas que formam as cordilheiras e o grau de diferenciação entre espécies irmãs que são por elas separadas.

Logo após, Wagner passa a considerar as relações existentes entre as faunas e floras de arquipélagos – tomando como principal exemplo, as ilhas Galápagos – e as do continente mais próximo. A partir disso, observa mais uma regularidade biogeográfica, a saber: quanto maior for a distância entre o continente e o arquipélago, maior será a diferença entre os seres que se alocam em ambos, ao mesmo tempo em que maior será a semelhança entre os seres que se situam nas ilhas. Ou seja, mais uma vez Wagner vem chamar a atenção do leitor sobre o papel do isolamento geográfico no processo de especiação. Porém, o que, em verdade, se faz mais notar na leitura dessa parte do ensaio é o fato que Wagner descreve os fenômenos biogeográficos das Galápagos sem mencionar o nome de Darwin e suas reconhecidas contribuições em relação à temática. Apenas o faz referência ao comentar o longo tempo que o naturalista inglês demandou entre a percepção das relações biogeográficas em Galápagos e a formulação da teoria da seleção natural. É como se, para Wagner, o real significado do isolamento geográfico em Galápagos ainda não houvesse sido plenamente considerado na teoria evolutiva de Darwin.

---

<sup>7</sup> “[...] não reconheceu o significado completo da seleção natural na explicação de tantos, anteriormente altamente enigmático, fenômenos na distribuição geográfica dos organismos, nem o peso de certos fatos relativos à migração de animais e plantas” (tradução nossa).

Segundo Wagner, sua teoria da imigração contribuiria ao darwinismo por trazer explicações às objeções que eram para ele levantadas. Por exemplo, argumenta que o bom entendimento do papel da imigração e do isolamento geográfico dos organismos poderia lançar luzes a um problema comumente levantado pelos paleontólogos que é a rarefação ou mesmo o desaparecimento de fósseis apresentado ao longo dos estratos mais recentes. Para isso, Wagner argumenta que antes do surgimento da espécie humana e de sua atuação no mundo natural existia um maior número de espécies que haviam sido formadas por grandes mudanças geológicas de elevação e submersão de ilhas e massas continentais. Essas mudanças geomorfológicas reconfiguravam a distribuição de terras emersas e submersas, ora formando extensos corredores contíguos, ora ilhando populações inteiras. Tais mudanças ocasionavam tanto alterações dos acidentes geográficos, contribuindo com o isolamento, quanto com alterações das condições dos meios geográficos, contribuindo, assim, com o aumento da variabilidade e a consequente ativação da seleção natural. Ou seja, as mudanças geográficas eram as responsáveis pela produção de novas espécies, isso, ao menos, até o surgimento do homem. Segundo o autor, o desaparecimento de uma quantidade expressiva de espécies na sucessão dos estratos geológicos concomitantemente ao surgimento dos seres humanos é explicado pelo fato destes últimos, ao iniciarem sua dominação sobre os demais elementos da natureza, acabaram por reduzir consideravelmente os fluxos migratórios dessas espécies hoje extintas. Ou seja, Wagner atribui a extinção de espécies à capacidade humana de fixá-las nos territórios, impedindo-as de realizar a migração e a consequente variabilidade e a seleção natural. Em suas palavras, “Species which did not migrate, and consequently did not alter in form, gradually became extinct. Invariability was their ruin<sup>8</sup>” (1873, p. 52). É interessante observar que Wagner, ao invés de apontar a rarefação nos estratos de espécies como um típico caso de seleção natural, opta pelo contrário ao afirmar que o quê a elas faltou foi justamente a seleção natural. Mais surpreendente ainda é justificativa do porquê que a seleção natural foi estagnada. O papel dos seres humanos é dado por Wagner não como caso de excessiva exploração de recursos, e consequente extinção, mas sim pela imobilidade que estes causaram para tais espécies. Ou seja, Wagner defende a teoria de Darwin utilizando uma interpretação que propriamente não a respeita. Darwin fez todo um capítulo na *Origem* sobre a imprecisão dos registros fósseis e trouxe a explicação da extinção como resultado da seleção natural. O fato das espécies terem ou não migrado, ou o impedimento desse ato pelos humanos, em nada adiciona a proposta de Darwin, de fato, apenas a distorce.

Wagner comenta que a humanidade, por um longo período de sua pré-história, também foi sujeita à lei da migração. Os grupos, buscando melhores condições de sobrevivência, transpunham os limites do território conhecido, eventualmente se isolando de sua população original. Ao enfrentar

---

<sup>8</sup> “Espécies que não migraram e, consequentemente, não alteraram suas formas, tornaram-se gradualmente extintas. Invariabilidade foi a ruína delas” (tradução nossa).

composições ambientais diferentes variavam seus caracteres físicos e iniciavam a evolução por seleção natural. Nesse tópico, o autor traça uma relação proporcional entre o grau das adversidades ambientais que tais grupos se depararam ao aumento de suas capacidades cognitivas. Em suas palavras:

All high mountain ranges have been of the greatest importance in the ennobling of the human race. On heights and plateaux or in confined valleys, single pairs or families, more active and intelligent than their contemporaries, could more easily isolate themselves than in the plains. The hard struggle for life under these topographical and climatic conditions must have improved the physical and mental capacities of the successful competitors; advantages variations were inherited by their descendants, of whom only the vigorous survived, as it is probable that at that time dull or weakly individuals soon died off<sup>9</sup> (WAGNER, 1873, p. 53).

Segundo o autor, as cadeias montanhosas proporcionaram o aprimoramento da raça humana ao trazerem as duas principais condições para que a lei da migração se realizasse, um meio geográfico diferente e adverso e um acidente geográfico isolante. Wagner afirma que é por isso que todas primeiras civilizações se originaram na proximidade das cadeias montanhosas da Terra; essas civilizações “[...] have produced more powerful and intelligent races than the plains<sup>10</sup> [...]” (1873, p. 54). No entanto, como faz questão de ressaltar, o clima frio das cordilheiras não agiu diretamente no desenvolvimento mental e corpóreo dos povos. O rigor climático e as dificuldades topográficas contribuíram para o isolamento geográfico de populações impedindo, assim, o cruzamento com demais membros da população original; tal isolamento em condições ambientais adversas promoveu tanto o estímulo à caça e à pesca – bem como da manufatura de instrumentos e do desenvolvimento da linguagem para a realização de tais tarefas – quanto a variabilidade necessária para a ação da seleção natural e o consequente aprimoramento das raças humanas. Ou seja, o determinismo geográfico proposto centra-se mais no papel ativo dos acidentes geográficos do que propriamente no papel do meio geográfico. O isolamento contribui corporalmente e mentalmente para o desenvolvimento da raça. É interessante observarmos que sua teoria da migração dos organismos quanto aplicada para o caso humano subsidia tanto justificativas de comportamento expansionista de um povo sobre o território de outro quanto, ao mesmo tempo, políticas de segregacionistas em prol do melhoramento da raça via a manutenção de isolamento reprodutivo. Segundo Wagner, a mestiçagem reduz a condição humana à sua “forma original”,

---

<sup>9</sup> “Todas as altas montanhas foram de grande importância no enobrecimento da raça humana. Sobre alturas e planaltos ou em vales confinados, pares individuais ou familiares, mais ativos e inteligentes do que seus contemporâneos, poderiam mais facilmente isolar-se do que nas planícies. A dura luta pela vida sob essas condições topográficas e climáticas deve ter melhorado as capacidades físicas e mentais dos concorrentes bem-sucedidos; variações vantajosas foram herdadas por seus descendentes, dos quais apenas os vigorosos sobreviveram, como é provável que naquela época as pessoas estúpidas ou fracas logo morreram” (tradução nossa).

<sup>10</sup> “[...] produziram raças mais poderosas e inteligentes do que as das planícies [...]” (tradução nossa).

antiga, menos desenvolvida. Sobre isso, alega haver uma aversão sexual por parte dos europeus de mulheres negras, esquimós e de outras áreas mais apartadas de seu continente, e que somente quando há escassez de mulheres da mesma raça é que o europeu se acasala com mulheres de outra raça, exemplificando, para isso, o caso de mestiçagem sul-americano.

Como vimos, Wagner formulou a teoria da imigração como um complemento para a teoria evolutiva de Darwin. Acreditava que Darwin havia deixado lacunas explicativas justamente por não se ater a importância da migração e do isolamento geográfico das espécies. Assim, procurou, ao fim do ensaio, demonstrar a validade de sua teoria buscando responder três das mais importantes objeções que haviam sido levantadas pelos críticos da época contra a teoria de seleção natural. Eram elas: a inexistência de causas intermediárias, a permanência de formas primitivas e o caso da íbis e do crocodilo no Egito. Em relação à primeira dessas objeções, um fato interessante é que foi levantada justamente pelo tradutor da *Origem* para língua alemã. Bronn criticou Darwin por este não ter demonstrado a contento o porquê que, se as espécies descendem uma das outras, não vemos essa passagem gradual nos tipos vivos encontrados. Ao buscar defender Darwin da crítica de Bronn sobre a ausência de formas intermediárias entre as espécies, Wagner diz que isso só seria correto se se assumisse que a seleção natural é sempre presente na natureza independentemente da migração. Para ele, a ausência de formas intermediárias se dá porque para que as espécies tivessem se tornado outras teve que ter tido a migração e o isolamento de uma parte de uma população para outro ambiente que gerou modificações o bastante para que não mais sejamos capazes de reconhecer similitudes morfológicas entre essas espécies parentais. Darwin, por sua vez, havia admitido que a variabilidade dos indivíduos é sempre presente dentro das espécies e que, por isso, a seleção natural também estaria sempre operante. E que o motivo de não vermos as formas intermediárias estaria conectado ao fato de elas terem sido extintas na luta pela vida. Wagner, vimos, discordou disso. E acabou por defender Darwin, das críticas Bronn, discordando dele próprio.

A segunda objeção que Wagner busca refutar é aquela que se refere à presença de formas primárias, como fungos e bactérias. Se há evolução, por que elas não evoluíram? Isso de sentido de não se tornarem mais complexas. Ao invés de responder darwinicamente – com a metáfora da árvore sobre a ocupação de lugares na economia da natureza gerando não complexidade, mas diversidade – Wagner afirma que esses seres não se desenvolveram porque não tiveram condições para migrar, devido a pouca possibilidade de locomoção. Assim, sob sua perspectiva, tanto aqueles que não migraram quanto aqueles que migraram para todo o planeta padecem da baixa variabilidade e de pouco desenvolvimento, pois ou não migraram e ficaram confinados ao mesmo ambiente – que, por sua vez, não estimulou a seleção natural – ou migraram para todas as partes e se tornaram presentes em todo o planeta permanentemente se inter cruzando, não se isolando do estoque original e, conseqüentemente, mantendo sua forma original. Ou seja, mais uma vez,

Wagner declara que a migração e o isolamento seriam os fatores necessários para haver especiação, uma sem o outro não proveria a seleção natural. É nessa linha também que opera na sua resposta à terceira objeção levantada pelos críticos de Darwin. Tais críticos utilizaram de espécies mumificadas encontradas da época do Egito antigo que se assemelhavam plenamente com as atuais. Wagner, ao invés de ressaltar a necessidade de um tempo mais longo para que haja expressivas mudanças nas formas das espécies – argumento do qual Darwin utilizou – responde chamando a atenção pelo endemismo de tais espécies. O Nilo circunscreveu tais espécies e essas não puderam migrar, permanecendo inalteradas devido a estabilidade ambiental presente nos desertos. Daí conclui: “Had this Ibis and crocodile of Nile become altered in spite of being subjected to an unchanged mode of life, our theory would indeed have proved false<sup>11</sup>” (WAGNER, 1873, p. 59).

#### 4. A recusa de Darwin

Fato é que Darwin não aceitou a teoria de Wagner como um adendo da sua. Tanto na carta resposta que remeteu ao geógrafo alemão no mesmo ano em que recebeu o ensaio, quanto nas demais edições da *Origem*, Darwin fez questão de deixar claro a sua não concordância à lei da migração dos organismos. Tendo como ponto de discordância justamente a necessidade, exigida por Wagner, da migração seguida do isolamento geográfico para que houvesse a transformação das espécies. Para Darwin: “[Geographic] Isolation, also, is an important element in the process of natural selection [...]. Although I do not doubt that [geographic] isolation is of considerable importance in the production of new species, on the whole I am inclined to believe that largeness of area is of more importance<sup>12</sup>” (1859, pp 104–106). Darwin também partilha da possibilidade do isolamento geográfico, no entanto, argumenta que não é necessária a migração para haver a especiação, pois aqueles indivíduos que permanecem na área natal possuem graus de variabilidade entre si que permitem que a luta pela vida se amenize ao explorar as condições ambientais diversas dessa mesma área. Por isso, acredita também que extensas áreas possuem maior potencial de ocorrência desse processo do que áreas fragmentadas por acidentes geográficos, como arquipélagos. Nas grandes áreas contíguas, as variabilidades individuais de uma espécie explorarão as ligeiras condições ambientais diferentes tendendo, assim, a se tornarem cada vez mais distintas entre si a ponto de, no passar de gerações, não poderem mais se reproduzir, fundando novas espécies. Tal possibilidade apontada por Darwin advém do seu princípio de

<sup>11</sup> “Tivessem o crocodilo e a íbis se alterado, apesar de serem submetidos a um modo de vida inalterado, nossa teoria teria certamente sido provada falsa” (tradução nossa).

<sup>12</sup> “O isolamento geográfico, também, é um elemento importante no processo de seleção natural [...]. Embora eu não tenho dúvida de que o isolamento geográfico é de fundamental importância para a produção de novas espécies, em geral, eu estou inclinado a acreditar que a extensão de área possui maior importância” (tradução nossa).



divergência de caracteres, princípio esse que foi acoplado à teoria de seleção somente em meados da década de 1850.

Com o princípio de divergência não há a exigência de barreiras geográficas por excelência. As variedades se acomodariam em lugares com condições ambientais diferentes. Esse princípio reduziu o papel dos acidentes geográficos (tal como montanhas e rios) intensificando, por sua vez, o papel do meio geográfico na especiação. Os indivíduos buscariam explorar os nichos com condições mais favoráveis (seco ou úmido, quente ou frio etc.) encontrando outros com a mesma disposição resultando, assim, no cruzamento entre eles próprios. Ou seja, mesmo numa área contígua, sem acidentes geográficos, poderemos ter diferentes meios geográficos, com composição de condições físicas variadas, que seriam exploradas por diferentes variedades. Isso evitaria o intercruzamento promovendo a especiação. Darwin, com o princípio de divergência, saiu da necessidade do isolamento espacial por meio de acidentes geográficos e passou a admitir o isolamento espacial por meio de ambientes geográficos e ecológicos diferenciados. Afinal, contiguidade territorial não necessariamente se traduz em contiguidade ecológica.

Afora isso, Wagner também confundiu em sua proposta barreira natural com barreira geográfica, não vendo que a segunda é apenas um dos tipos da primeira. Assim, não entendeu quando Darwin negou a condição *necessária* do isolamento geográfico. Darwin tinha essa distinção subsumida em sua perspectiva teórica, entendendo que uma barreira natural poderia se dar sob outras formas além do isolamento geográfico. Em 1859, Darwin já havia adquirido a maturidade de observar esse assunto não de uma maneira generalizante, abarcando todo o tópico numa lei universal, mas sim cuidando de observar a especiação em cada caso. Tal como aponta Sulloway (1979), depois dos seus primeiros pensamentos sobre evolução em fins da década de 1830 e início de 1840, Darwin atentou fortemente aos estudos botânicos. Seus próprios estudos com plantas e outros provindos de autoridades contemporâneas no assunto – como Joseph Hooker (1817-1911) e de Candolle – demonstravam formas de especiação que não necessitavam de isolamento geográfico. O caso, por exemplo, das plantas poliplóides seria o que hoje chamaríamos de uma barreira genética. O impedimento do cruzamento dessas não estaria atado a uma forma geográfica, como uma montanha ou um rio, mas de uma mutação nos seus genes que isolaria alguns indivíduos de outros mesmo esses compartilhando um território contíguo.

Somado a falta de consideração do princípio de divergência, e da confusão sobre as barreiras naturais, Wagner também deixou vaga em sua teoria a diferença entre a multiplicação das espécies e a transformação das espécies. Ao apontar a diferença entre ele e Darwin sobre se a migração, e o consequente isolamento, são necessários ou não para formação de novas espécies, acabou por não perceber que numa mesma área uma espécie pode se tornar outra com a passagem do tempo via seleção natural. Como entendia que a seleção natural só se iniciava após a mudança de condições ambientais, Wagner acreditava que só a migração poderia fazer a seleção natural

ocorrer. Acreditava que a variabilidade dos seres era diretamente causada pela alteração das condições ambientais. Possuía, portanto, uma concepção de perfeito encaixe entre seres e estar que havia sido utilizada por Darwin até seu manuscrito particular de 1844. Tal como demonstrou Ospovat (1981), o princípio de divergência, da década de 1850, trouxe uma modificação dessa condição para Darwin ao estabelecer uma lacuna entre ser e estar, ou seja, os seres estariam sempre competindo entre si independentemente da estabilidade ambiental. Havia agora um hiato perpétuo entre os seres e a perfeita adaptação em seus estares, isso, por conseguinte, resultaria na sempre presença da seleção natural que, por sua vez, promoveria em concomitância tanto a especiação sob a forma de evolução filética linear tanto a especiação divergente que multiplicaria a diversidade de formas vivas. Nesse ponto, Wagner não compreendeu a teoria de Darwin suficientemente para assumir o que hoje entendemos como evolução filética.

Ou seja, a teoria da migração de Wagner se aproxima da interpretação de Darwin dos seus primeiros ensaios de 1842 e 1844, teoria, portanto, que apresenta mais retrocessos do que avanço das ideias propriamente darwinistas. A necessidade da migração e do isolamento geográfico, que seria a ponto original de Wagner, não convenceu Darwin, pois este já havia superado essa ideia com as transformações conceituais que o princípio de divergência havia lhe dado. Portanto, a intenção de Wagner de acoplar sua teoria da migração ao evolucionismo pode ser classificada como uma modesta contribuição ao corpo teórico aventado por Darwin, isso, ainda com reservas, pois parte de uma compreensão muito particular da seleção natural que não encontra respaldo na proposta original.

## **5. Uma proposta de investigação sobre o darwinismo e sua influência na geografia ratzeliana.**

As considerações acima expressas nos mostram a influência de Wagner em Ratzel e também que Wagner não seguiu as premissas evolutivas de Darwin, optando por reformulá-las em sua teoria de migração dos organismos. Apesar de podermos entender Wagner como um autor evolucionista, devemos ter em conta que o evolucionismo não é monolítico, mas que um conjunto de teorias o compõe, como atestam as reflexões de Wallace, Huxley, Hooker, Haeckel e Wagner que possuíam sérias divergências entre si, quanto a evolução das espécies e da sociedade.

Assim, quando falamos em evolucionismo em história e epistemologia da geografia devemos ficar atentos as variadas posturas teóricas e contextuais que estão agregadas a este termo, como no caso de Berdoulay & Soubeyran (1991), para quem a geografia regional francesa de Vidal de la Blache está assentada no evolucionismo de cunho neolamarckismo e não darwiniano.

Quanto a interpretação evolucionista de Wagner, a mesma resguarda muito pouco da concepção de darwiniana. Fato que nos remete a postular que a influência do darwinismo na geografia, particularmente a alemã (LENOIR, 1989; RICHARDS, 2008) foi complexa, o que nos impede de

fazer uma associação causal simples entre Darwin e Ratzel. Uma vez que a partir de 1848 com a emergência da noção de ciência cultural, cujo eixo estruturante foi o difusionismo que tanto influenciou Ratzel (SMITH, 1991). Neste contexto também ocorria um forte debate sobre o liberalismo e sua viabilidade na economia e na vida social alemã; outra questão que não pode deixar de ser considerada na interpretação historiográfica da geografia, é a tradição, neste caso, marcada pela *naturphilosophie* e por Goethe. É a confluência destes múltiplos fatores que impregnaram a intelectualidade germânica, particularmente Haeckel (RICHARDS, 2008), defensor das ideias de Darwin na Alemanha e que foi o mentor intelectual de Ratzel. Uma Alemanha que foi marcada por forte crítica a *Aufklärung*, ou seja, a autoridade da razão (BEISER, 1992), momento também em que o historicismo de Droysen (1838-1908) que em 1857 publicou a obra *Historik*, (BEISER, 2011, p.288-317) em que negando Hegel e os românticos, desenvolveu o método morfológico em história, marcado por uma relação entre a estrutura e a função, onde o historiador deveria ser guiado pela empiria e pela percepção dos traços culturais (BEISER, 2011, p. 300).

Então, como conceber uma relação causal direta entre Darwin e Ratzel? O mesmo poderia ser acrescentado para a relação entre a *Lebensraum* ratzeliana e o nazismo!

## 6. Bibliografia

- BECK, Hanno. Moritz Wagner als Geograph. *Erdkunde*, v. 07, n. 02, 1953, pp. 125-128.
- BEISER, F. C. Enlightenment, revolution & romanticism. The genesis of modern german political thought, 1790-1800. Cambridge :Harvard University Press, 1992.
- \_\_\_\_\_. The german historicist tradition. Oxford : Oxford University Press, 2011.
- BERDOULAY V., SOUBEYRAN O. Lamark, Darwin et Vidal: aux fondements de la géographie humaine, *Annales de Géographie*, n° 561-62, 1991, pp. 617-634.
- CAPEL, Horacio. *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea. Una introducción a la Geografía*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2012.
- DARWIN, C. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favored races in the struggle for life*. London: John Murray, 1859.
- LIVINGSTONE, D. The geography of Darwinism. *Interdisciplinary Science Reviews*, v. 31, n. 1, pp. 32-41, 2006.
- MAYR, E. *One Long Argument: Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*. Printed in USA: Harvard University Press, 1991.
- \_\_\_\_\_. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília-DF: Ed. da UNB, 1998.
- OSPOVAT, Dov. *The development of Darwin's Theory: Natural History, Natural Theology, and Natural Selection, 1838-1859*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- RATZEL, Friedrich, *Anthropogeographie*. vol. 1. Stuttgart: J. Engelhorn, [1882] 1909.
- SMITH, W.D. Politics and the sciences of cultures in Germany, 1840-1920. Oxford: Oxford University Press, 1991.
- SULLOWAY, Frank J. *Geographic isolation in Darwin's thinking: the vicissitudes of a crucial idea*. Studies in the History of Biology, v. 3, p. 23-65, 1979.

STODDART, D. Darwin impact on Geography. *A.A.A.G.* v. 56, n. 4, 1966.

WAGNER, Moritz. *The Darwinian Theory and The law of the migration of organisms*. Translated by James Laird. London: Edward Stanford, 6 and 7, Charing Cross, S.W., 1873.

WAGNER, Philipp; BAUER, Aaron; BOHME, Wolfgang. Amphibians and reptiles collected by Moritz Wagner, with a focus on the ZFMK collection. *Bonn Zoological Bulletin*, v. 61, n. 2, p. 216-240, 2012.

WEISSMAN, Charlotte. The Origins of Species: The Debate between August Weismann and Moritz Wagner. *Journal of the History of Biology*, 43, p. 727-766, 2010.



## REFLEXÕES SOBRE A HISTÓRIA DA GEOMORFOLOGIA GEOGRÁFICA

D. C. Ferreira<sup>(a)</sup>, A. C. Vitte<sup>(b)</sup>, K. R. Santos<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidade Estadual de Goiás  
prof.daniloueg@gmail.com

<sup>(b)</sup> Instituto de Geociências, Unicamp  
vitte@uol.com.br

<sup>(c)</sup> Universidade Estadual de Goiás  
k2r3s4@yahoo.com.br

### Resumo

Esse trabalho tem o objetivo de contribuir para uma reflexão sobre a história do pensamento geográfico, na base da Geografia Física, e, em especial, para a produção do conhecimento geomorfológico. Essa contribuição apresentará o pensamento geomorfológico nos históricos da cientificidade e arte produzida por Goethe, Humboldt, Penck e de suas respectivas contribuições para a geomorfologia geográfica. Com o desenvolvimento das ciências no mundo contemporâneo, observa-se o uso de tecnologias e cada vez mais, o conhecimento se apresenta de forma especializado. Diante disso, a nossa postura, deve sempre nos levar aos clássicos e à filosofia para a produção do saber que tem a possibilidade não somente de apontar desafios, vulnerabilidades, mudanças no relevo, impactos ambientais, mas também de fazer reflexões possíveis para um mundo que se transforma e evolui a cada dia. Por fim, não há possibilidade de produzir conhecimento geográfico sem estudos e referenciais para a Geomorfologia.

**Palavras chave:** Geomorfologia Geográfica, Epistemologia, Fragmentação do Conhecimento.

### 1. Introdução

A ciência geográfica institucionalizada se constitui a partir de referências iniciais do século XIX, na Alemanha, com dois grandes nomes, Alexander Von Humboldt e Carl Ritter. Esse saber foi produzido em um contexto sócio-histórico e político bastante particular a esse período, o qual influenciou a conjuntura epistêmica e de leitura de mundo por mão das ciências.

Com o desenvolvimento social, econômico, político e das ciências, constituíram-se novos paradigmas para se produzir ciência e enfrentamentos de diversos fenômenos sociais e da natureza. Portanto, com essas mudanças a ciência se fragmentou, o que para o conhecimento é um problema. Na verdade, os caminhos que deveriam ser trilhados pelas ciências, e também pela geografia, não foram tomados, por isso a fragmentação e a especialização do conhecimento levou-nos ao descompasso e a compreensão dos fenômenos e fatos da natureza somente em parte.

A fragmentação do saber, em especial da Geomorfologia, levou ao avanço em alguns fatores, um deles é a aplicabilidade em estudos que tratam principalmente o relevo a partir de sua

morfografia e descrição, o que identificamos de geomorfologia aplicada. Porém, a compreensão do relevo e de sua totalidade enquanto sujeito foi deixada de lado, e esse é o exercício que pretendemos com esse trabalho.

Perante isso, apresenta-se a necessidade de uma reformulação epistêmica que leve a ciência ao seu lugar de compreensão de objetos e fenômenos. A metamorfose do mundo e a ausência de um “corpus teórico” (Vitte, 2009) justificam o movimento das ciências e portanto, a necessidade constante de busca da gênese das ciências por parte de nós geógrafos. Isso nos leva a estar atentos às questões teórico-metodológicas e filosófico-metodológicas para poder analisar, entender, interpretar e qualificar, a partir dos estudos da Geografia e física, a natureza e a superfície da Terra que funciona como laboratório dessa ciência.

Deve-se construir e buscar e repensar sobre novas bases, a partir de um conceito cimentante, produto dessa reflexão que diz diretamente respeito ao campo epistemológico articulador deste novo coexistente e das novas interconectividades na tessitura do Cosmos que se ligarão ou se re-ligarão ao permanente novo mundo em construção, pois há uma co-produtividade do mundo e da natureza. Se não é por outra razão filosófica e ontológica que a Geografia, produto de uma reflexão filosófica justificou a construção do sentido de mundo às nossas vidas (VITTE, 2009, p. 61).

Por isso, o objetivo desse ensaio é apresentar a gênese de formação do pensamento geomorfológico e sua relação com a Geografia, para o entendimento do relevo a partir de sua totalidade, e da natureza, e também da paisagem geomorfológica. O percurso está baseado em algumas literaturas que são essenciais para a reflexão acerca da Geomorfologia Geográfica, como, Abreu (2003), Casseti (2005) e Vitte (2009).

## **2. Um breve histórico da Geomorfologia**

Antes de apresentar os principais conceitos e referenciais que irão nortear esse trabalho, é necessário apontar as bases do pensamento geomorfológico para, em seguida, evidenciar os debates recentes sobre o conhecimento geomorfológico. Abreu (2003, p. 52) afirma que a “teoria geomorfológica em um sentido moderno” evolui a partir de duas fontes ou linhagens principais, uma é a alemã ou germânica e a outra a anglo-americana. Abreu (2003, p. 52) ressalta que “o não reconhecimento deste fato cria sérias dificuldades ao estabelecimento de uma epistemologia da geomorfologia atual”. A figura abaixo retrata as duas tendências que são necessárias para o reconhecimento de um conhecimento já produzido sobre a compreensão do relevo não simplesmente como um estudo fragmentado que se apresenta atualmente.

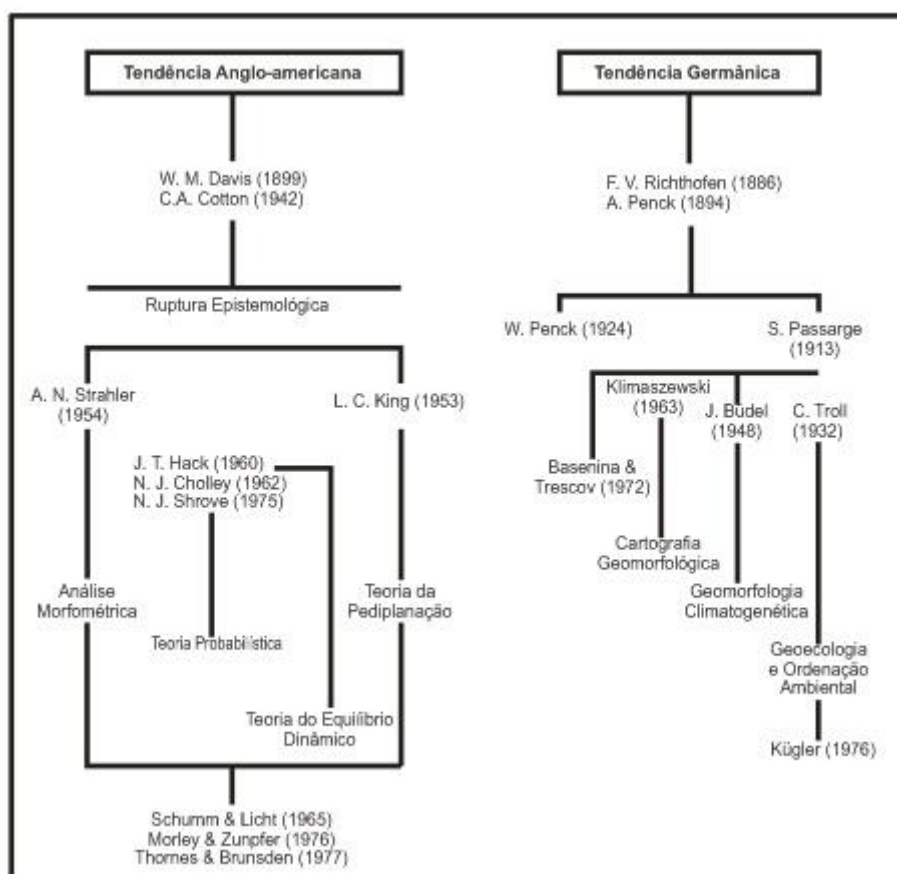
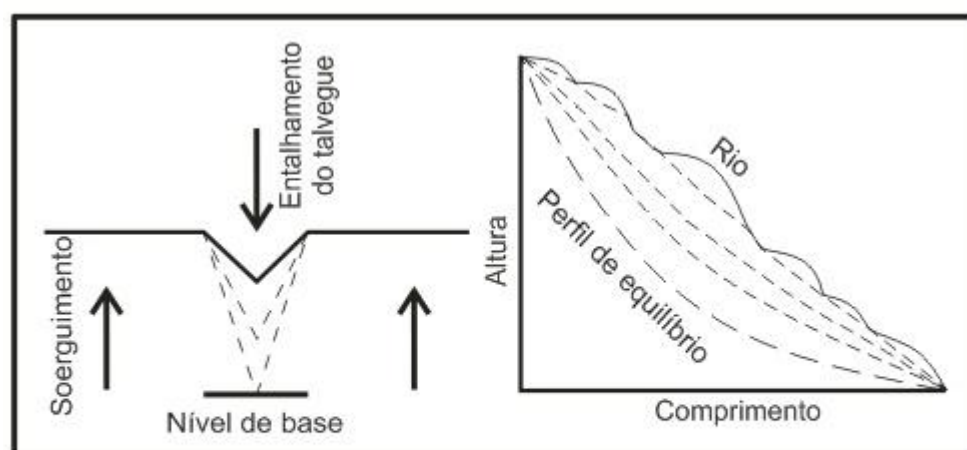


Figura 1 – A Evolução da Teoria Geomorfológica  
Fonte: Abreu (2003)

Em vista disso, ressalta-se o compromisso das ciências na atualidade do retorno as suas bases do conhecimento para que os estudos e pesquisas construídas sejam fundamentadas em reflexões anteriores que não são simplesmente um passado retrógrado, e sim, uma produção do conhecimento que se estabeleceu e se consolidou por um longo processo; e em especial na geografia física e geomorfologia, isso aconteceu a partir de intensos debates filosóficos e da compreensão da ideia de natureza e do Cosmos em Kant, Humboldt e Goethe.

As bases do surgimento dessas linhagens, culturalmente e socialmente, são diferentes; a linhagem anglo-americana surgiu junto à Geografia, tendo como principal referência a “geologia via fisiografia, no momento em que os Estados Unidos passava por mudanças e conflitos com a conquista do Oeste Americano, com um dos grandes nomes da Geografia enquanto disciplina e principalmente o seu esforço para a compreensão do relevo na geomorfologia, William Morris Davis (1850 – 1934). Em 1889 Davis fundamenta a sua importante teoria que é a *Geographical Cycle*: “para ele o relevo se definia em função da estrutura geológica, dos processos operantes e do tempo,” assim explica Casseti (2005, p. 3).





- a) Corte transversal mostrando o entalhamento do talvegue pelo forte gradiente, responsável pela elaboração de gargantas ou *canyons*.  
 b) Corte longitudinal mostrando a evolução do sistema fluvial até o estabelecimento do suposto perfil de equilíbrio (fim da juventude).

Figura 2 – Evolução Regressiva de um Sistema Fluvial  
 Fonte: Cassetti (2005)

Na Alemanha, a Geomorfologia surge no bojo da ciência da Terra, cuja concepção de mundo é mais abrangente e emerge de uma perspectiva mais globalizante (Abreu, 2003). Essa leitura é reproduzida pela compreensão da natureza, vindo do naturalista Goethe e, depois, do geógrafo Humboldt, com os seus debates filosóficos e os seus cuidados com a cientificidade sobre a natureza em meados do século XIX. Diante disso, a Geomorfologia toma outro rumo proposto por Davis é defendida, a princípio, por Ferdinand Von Richofen e em seguida por Albrecht Penck, Walther Penck, defensores da concepção dos diversos elementos que constituem a superfície terrestre.

Esses referenciais contribuem para a compreensão acerca dos percursos trilhados pela geomorfologia, para então entender os desdobramentos que foram tomados pelas teorias geomorfológicas e principalmente pelos desafios epistêmicos que a constituem atualmente.

O que fica evidente é a enorme necessidade de se realizar estudos sobre a constituição histórica e epistemológica da geomorfologia, o que irá auxiliar na redefinição dos cursos de Geografia e no próprio sentido de se fazer geomorfologia no contexto da ciência Geográfica (VITTE, 2011, p. 78).

É necessário, então, rever a história e epistemologia da Geomorfologia moderna para se pensar as influências de Johann Wolfgang Von Goethe (1749 – 1832) para os primeiros passos e leituras feitas da natureza, surgindo a ciência da *morfologia* que a *posteriori* serão sinônimas de Geomorfologia. Silveira (2012, p. 251) afirma que Goethe “é, um dos personagens mais ativos nos diferentes segmentos teóricos e artísticos que marcaram a passagem do século XVIII e início do século XIX”. A *morfologia* em Goethe que a sua grande compreensão teórica que será

importantíssima para a Geomorfologia pode ser resumida em pensar a forma, formação e a transformação dos seres vivos, entendida não somente pela ciência, mas pela arte, pelo saber, pela ideia de totalidade de mundo.

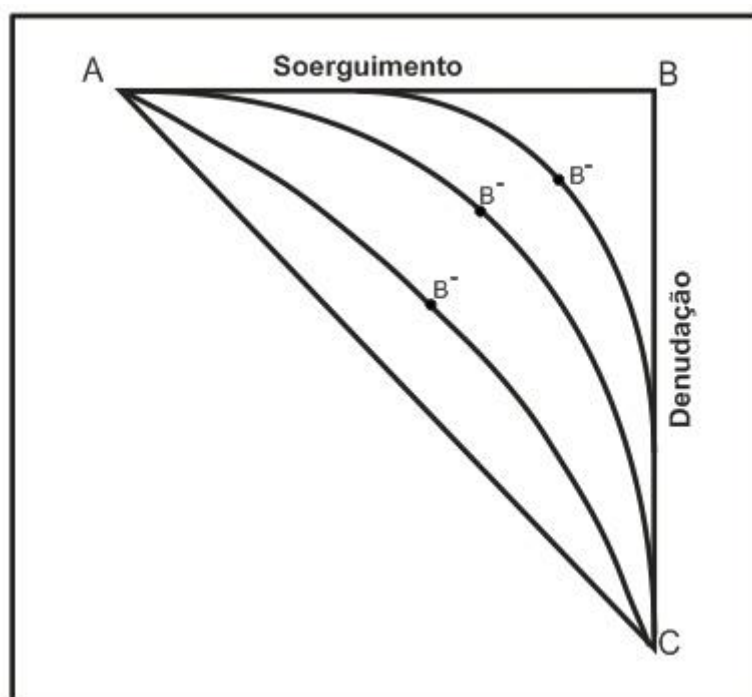


Figura 3 – Relação Soerguimento-Denudação apresentada por Davis (ABC) e Penck (AB'C)  
Fonte: Carson & Kirkby (1972)

Goethe foi um poeta influenciado pelo modelo grego de fazer poesia, era autodidata em ciências naturais e, sempre, em sua vida esteve rodeado de especialistas para apoiá-lo a investigar os seus estudos. Esse intelectual percebia que o mundo passava por diversas mudanças e que se não as acompanhasse de perto, poderia levar suas pesquisas e atividades em filosofia natural ao fracasso, de acordo com Baumann *et al.* (2010). Quanto as suas habilidades e momentos de dedicação à arte, Goethe (1971) dizia que o olho era “um órgão principal com o qual abarcava o mundo”, por isso o desenvolvimento de uma filosofia do olhar, que o levou à ressignificação da paisagem geográfica (SILVEIRA, 2012).

Abreu (2003, p. 57) ao fazer a historicidade da linhagem epistemológica Alemã, aponta Von Richthofen como uma baliza que serve de referência inicial para as bases da epistemologia da Geomorfologia Germânica, a qual tinha um predecessor naturalista que servia de base permanente para a sua teoria, Goethe.

A linhagem alemã não tem somente um autor de grande referência para sua epistemologia, ainda podemos apontar outros nomes que contribuíram para a formação do pensamento

geomorfológico alemão que é contínuo até os dias de hoje, com a sua originalidade de teorias. Albrecht Penck, S. Passarge, Peschel e Walther Penck, juntos, contribuíram para a consolidação da Geomorfologia alemã. Abreu (2003) ainda ressalta a importância de alguns desses autores como A. Penck e Richthofen para a própria Geografia Alemã. A Geomorfologia germânica é a base da Geomorfologia mundial com os estudos de Goethe e Humboldt para pensar a morfologia do relevo e as análises da superfície terrestre (ABREU, 2003). Sobre as influências da morfologia de Goethe para a ciência moderna, “É significativo e merece destaque o fato de até hoje ser utilizada com frequência a expressão **morfologia**, introduzida nas ciências naturais por Goethe, como sinônimo de geomorfologia...” (ABREU, 2003, p. 57. Grifo do autor).

Nesse sentido, para Goethe, a morfologia seria sinônimo de geomorfologia no momento em que se tornam “ciência” e “teoria”, sendo instrumentalizadas para análises no momento em que a natureza e a paisagem se tornam conceitos chaves para o entendimento de totalidade e do cosmos a partir das ciências naturais.

Assim, seu método morfológico marca terreno como uma resposta metodológica ao aparato empírico-matemático dos mecanicistas e tenta, por esse caminho, instituir uma ciência capaz de considerar também a dimensão intuitiva e aquilo que perfaz na arte genial o papel central da representação estética. Nesse campo aberto de questionamentos com relação ao domínio do mecanicismo, e partilhando em seu tempo uma série de pensamentos que vimos emergir na ciência na filosofia e na arte do final do século XVIII, Goethe pretende a ascensão de uma nova forma de análise, em que todas as esferas não se conformem com um modelo matemático experimental mas, ao contrário, que este método conforme-se com o discurso superior da arte a fim de entender o fenômeno da vida e, também, os fenômenos concernentes à matéria inorgânica (SILVEIRA, 2012, p. 260).

Goethe ainda ressalta que,

[...] é precisamente no cruzamento dos caminhos da arte, do saber e da ciência que a morfologia tem sua origem. Se é da arte, saber e ciência que a morfologia tem sua origem [...] a geomorfologia enquanto ciência parte do mesmo princípio formador ou sua origem. A geomorfologia nasce da arte de perceber a paisagem e a natureza, do saber entender os fenômenos naturais e da sistematização de todo o conhecimento a partir da ciência (GOETHE, 1993, p. 27).

É possível, então, relacionar a estética, o saber, a arte e a ciência para a consolidação da geomorfologia, a “ciência da síntese da natureza e do cosmos, produto da integração harmoniosa do todo” (VITTE, 2009). Essas são as novas leituras que inter-relacionam esses campos do conhecimento para entender e construir referenciais acerca de uma natureza dinâmica e que é composta de estruturas energéticas e pelo homem; também de uma paisagem em metamorfose que expressa a geosfera ou superfície como extrato de representação e compreensão de mundo.

### 3. A Geomorfologia Geográfica e os desafios contemporâneos

Um dos desafios propostos desse século, para a ciência, é o retorno aos debates epistemológicos e filosóficos para a produção de conhecimento. Com o desenvolvimento da ciência moderna, atrelado a isso a especialização de sub-campos e sub-disciplinas, levou-se a aprofundamentos e análises de fenômenos ainda não vistos. Porém, isso levou as ciências, e em especial a geografia, a perda de compreensão da totalidade de mundo. A dicotomia entre os objetos de estudo, natureza (geografia física) e sociedade (geografia humana), que produziu mais essa fragmentação e descompasso para a ciência geográfica. Diante disso, os desafios são diversos, pois vivemos em um mundo que está em constante mudança e isso exige um novo comportamento dos geógrafos, voltando a ideia pensado por Humboldt integrando os fatos da natureza e homem juntos para compreender a totalidade do cosmo.

“O positivismo e posteriormente o impacto da *big science* no século XX, marcada pela fragmentação epistemológica e com domínio a atomização disciplinar e simbólica das disciplinas da geografia física...” levou a geografia física e a geomorfologia geográfica, “há uma profunda contradição entre o conteúdo e a forma das disciplinas da geografia física, que a cada dia mais são incorporadas por outros campos científicos” (VITTE, 2009, p. 37).

Assim, a geomorfologia nasce com a amálgama que permite a conexão do mundo mecânico, causal, com o mundo transcendental, enquanto síntese do Cosmos. Mas com a especialização das ciências e, com o forte impacto do *pragmatismo* e do *realismo* na geografia física, a concepção de morfologia e de geomorfologia geográfica foi sendo descaracterizada, a tal ponto, que muitas vezes tornou-se morfografia (VITTE, 2008, p. 118).

Nesse sentido, a literatura geomorfológica e geográfica contemporânea apresenta preocupações de bases epistemológicas e metodológicas dos estudos e análises sobre a gênese do relevo. Problemas esses que para Vitte (2011) são de ordens epistêmicas. Diante das influências da *Big Science*, do Capital Cultural (BORDIEU, 1992) e da política que tanto têm influenciado a Geomorfologia, levando-à perda de suas bases filosóficas por estudos especializados que carecem de “contextualização do fenômeno geográfico” (AB’SABER, 1969) e de um “Corpus Teórico” (VITTE, 2009), pois sem esses a ciência se demonstra enfraquecida, frágil, com análises e problematizações de sobrevoos e superficiais acerca do relevo e de suas dinâmicas.

Diante desses desafios, faz-se mister novos posicionamentos dos geógrafos quanto às aplicações, análises e estudos sobre as pesquisas geomorfológicas e, principalmente, às que desconstruem a necessidade de se pensar a gênese ou os estudos voltados para a gênese do relevo para observar as forças “*plasmadoras da natureza*” e também as interferências da sociedade sobre a superfície terrestre.

O momento por qual estamos passando exige uma reconstrução da geomorfologia geográfica, a partir, inicialmente, de uma discussão sobre a própria Ciência Geográfica e em especial sobre a Geografia Física onde a Geomorfologia Geográfica possa trabalhar com processos de pequena escala, mas também que volte a discutir a evolução da paisagem geomorfológica ao longo do tempo e, em perspectiva regional (VITTE, 2008, p. 118).

A reconstrução que se propõe nesse trabalho é uma proposta teórica-metodológica da ciência geográfica e geomorfológica para a constituição de paradigmas de se produzir conhecimento na modernidade, não pautada somente nas novas técnicas ou tecnologias de se fazer ciência, mas também, pensar sobre o relevo a partir de sua gênese, entendendo os processos de formação e outros fenômenos que o constituem enquanto objeto da Geomorfologia.

A geomorfologia geográfica está sendo fortemente utilizada com as novas técnicas e novas tecnologias, e está propiciando um re exame dos modelos de evolução do relevo onde o sentido de relevo e paisagem geomorfológica, como originalmente construída na história da geografia, está sendo descaracterizada onde o relevo passa a ser visto meramente como morfografia muito embora sejam construídos novos modelos de evolução crustal fundamentados na noção de taxa de denudação derivada a partir da relação clima tectônica (VITTE, 2008, p. 117).

A nossa contribuição, diante disso, é reconstruir os caminhos trilhados pela Geomorfologia para resgatar uma tradição de análise mais profunda proposta conforme Humboldt, Goethe, Richthofen e W. Penck, de modo a pensar o relevo a partir da fisiologia da paisagem, e associar as escalas a partir dos objetos e fenômenos que influenciam a dinâmica interna ou externa da superfície terrestre.

#### **4. Considerações Finais**

Importante destacar que com o avanço da *big science* a geografia se fragmentou, principalmente a geografia física o que é ou caminha para o descompasso para a ciência geográfica. Precisamos repensar as bases filosóficas e científicas dos campos da Geografia Física para termos a possibilidade de observar os objetos e fenômenos pela sua totalidade, um exemplo são os estudos sobre a natureza. Pensar a natureza a partir de Kant, enquanto um objeto de profundas discussões filosóficas e epistêmicas da própria ciência e da superfície da Terra. Precisamos repensar a construção das disciplinas da geografia Física e, especificamente, a Geomorfologia para entendermos sua extensão *stritu sensu*, a qual tem sido abandonada nas pesquisas geomorfológicas, de acordo com Vitte (2009), ou seja, seu objeto de estudo não tem sido contemplado o qual é o relevo.

O passo derradeiro para o avanço de uma ciência geográfica, em termos de teoria e desenvolvimento conceitual, a nosso ver, seria possível apenas a partir de seu reencontro

com a filosofia, particularmente a metafísica, o que auxiliaria tanto na adoção de princípios e pressupostos mais consistentes, quanto na validação de suas metodologias (SILVEIRA & VITTE, 2010, p. 624).

É importante ressaltar a unidade investigativa que a geografia pode fazer com a filosofia para o desenvolvimento de reflexões e análise do mundo moderno, principalmente a Geografia Física, colocada como produto de intensos debates filosóficos sobre a natureza, mais, a Geomorfologia Geográfica, entendendo o relevo não somente por meio de sua descrição, ou *morfografia*, mas a partir de sua totalidade, e dos diversos elementos que compõe a natureza e inclusive o homem.

## 5. Bibliografia

- ABREU, A. A. de. (2003). A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise e Crítica. Revista Brasileira de Geomorfologia, nº 2. [Online]. 51-67. Disponível em: <http://ugb.org.br/>. [Acedido em 20 de janeiro de 2016]
- CASSETI, V. (2005). *Geomorfologia*. [S.I]: [Online]. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/> [Acedido em 20 de janeiro de 2016]
- GOETHE, J. W. V. (1971). *Memórias: poesia e verdade*. Porto Alegre: Editora Globo, S.A.
- \_\_\_\_\_. (1993). *Metamorfose das Plantas*. Imprensa Nacional. Casa da Moeda. Estudos Gerais. Clássicos da Filosofia.
- SILVEIRA, R. W. D. da. (2012). *Filosofia, arte e ciência: paisagem na geografia de Alexander Von Humboldt*. Dissertação de Doutorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (SP).
- VITTE, A. C; SILVEIRA, R. W. D. da. (2010). Kant, Goethe e Alexander Humboldt: estética e paisagem na Gênese da Geografia Física Moderna. ACTA Geográfica, Boa Vista, v. 4, n. 8 [Online]. 7-14. Disponível em: <http://revista.ufr.br/>. [Acedido em 20 de janeiro de 2016]
- VITTE, A. C. (2008). Da Ciência da Morfologia à Geomorfologia Geográfica: uma contribuição à história do pensamento geográfico. Mercator – Revista de Geografia da UFC [Online]. 113-120. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/>. [Acedido em 20 de janeiro de 2016]
- \_\_\_\_\_. (2009). A Geografia Física: das mutações do mundo à nova teia do Cosmos. Revista Brasileira de Geografia Física. Recife – PE, Vol.2, n.03 [Online]. 37-63. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/>. [Acedido em 20 de janeiro de 2016]
- \_\_\_\_\_. (2011). *Por uma Geografia Híbrida: ensaio sobre os mundos as naturezas e as culturas*. 1ª ed. Curitiba, Pr: CRV.



## **RELAÇÕES ENTRE A PINTURA DE PAISAGEM E A FORMAÇÃO DA CIÊNCIA GEOMORFOLÓGICA NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DO NORTE NO SÉCULO XIX. O EXEMPLO DA HUDSON RIVER SCHOOL.**

A. C. Vitte<sup>(a)</sup>, M. K. Ferraz<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia, Unicamp  
acarlosvitte@gmail.com.

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Unicamp  
mairakferraz@gmail.com

### **Resumo**

O objetivo do trabalho é apresentar a relação entre a pintura de paisagem e a formação da ciência geomorfológica nos Estados Unidos no século XIX. O caso estudado é o da Hudson River School, escola representativa na pintura de paisagem, onde os artistas acompanharam muitas expedições para o oeste americano. Dois artistas merecem destaque, Stanford Gifford e Thomas Moran, que influenciados pelo uniformitarismo de Lyell e pelas pesquisas em geologia e geomorfologia, pintaram as grandes paisagens geomorfológicas que ilustraram as principais teorias de evolução do relevo no oeste americano, como as de John Wesley Powell.

**Palavras-Chave:** Geomorfologia; Pinturas de Paisagem; Oeste Americano; John Wesley Powell; Hudson River School.

### **1. Introdução**

O objetivo deste trabalho é apresentar a relação entre a pintura de paisagem e a formação da ciência geomorfológica nos Estados Unidos durante o século XIX. Esta relação somente foi possível porque a paisagem foi utilizada pelos “pais da nação americana” como um símbolo político para a construção da identidade nacional, assim como propiciou um movimento sinérgico entre arte e ciência. Neste quadro, a geologia e a geomorfologia foram eleitas as duas grandes ciências que eram capazes de demonstrar a peculiaridade e a grandeza da natureza norte-americana frente à europeia.

De tal forma, os artistas ao mesmo tempo em que buscavam suas inspirações na geologia e na geomorfologia dedicando-se à pintura de paisagens, os cientistas, por sua vez, utilizavam os conhecimentos artísticos para aperfeiçoarem a observação, os seus cadernos de campo, assim como a confecção dos croquis e dos perfis geológicos e geomorfológicos, onde a paisagem passava a ser o referencial escalar e analítico.

Portanto, é neste contexto sinérgico entre ciência e arte que a paisagem passou a ser a escala referencial para a análise interpretativa dos fenômenos da natureza e onde foram elaboradas as principais teorias geomorfológicas nos Estados Unidos no século XIX.



A Pintura de Paisagem no contexto histórico e político dos Estados Unidos no século XIX.

Logo após a sua independência em 1776 o grande problema para os “pais da nação americana”, foi o de criar uma identidade nacional, pois as “treze colônias” eram dispersas com pouca comunicação entre elas, além de fortes diferenças culturais e cada qual com objetivos diferentes frente aos desafios que estavam por enfrentar.

Daí a necessidade de se criar símbolos que promovessem a identidade e a unidade nacional, tais como as pinturas de retrato que representavam a prosperidade da burguesia norte americana, além das pinturas que retratavam diferentes momentos da guerra de independência.

Neste sentido, merecem destaque Benjamim West e John Trumbull que mantiveram intensos contatos com pintores, artistas e intelectuais do movimento romântico europeu e, em 1780 criaram a *American Academy of Arts* em Boston, cujo objetivo era:

To promote and encourage the knowledge of antiquities in America, and of the natural history of the country, and to determine the uses of the which the various natural productions of the country, may be applied to promote and encourage medical discoveries, mathematical disquisitions, philosophical inquires and experiments, astronomical, meteorological, and geographical observations, and improvements in agriculture, arts, manufacture, and commerce, and fine, to cultivate every art and science which may tend to advance the interest, honor, dignity, and happiness of a free, independent and virtuous people (AMERICAN ACADEMY OF ARTS & SCIENCE, 2013)

Segundo Hudson (2009, p.9) o deísmo de Thomas Paine predominou na filosofia e na ciência da jovem nação americana, tendo como entusiasta Thomas Jefferson, o primeiro presidente republicano que em 1781 publicou a obra *Notes on the State of Virginia*, o primeiro estudo de geomorfologia no então território americano, onde analisou os rios, os lagos, os solos, os minerais, além propor uma metodologia para a realização de trabalhos de campo. Além do deísmo, Jefferson tinha uma profunda fé na concepção do sistema-mundo newtoniano, acreditando que havia uma racionalidade harmoniosa no universo.

Esta concepção associada à sua paixão pela arte em especial pela pintura e pela arquitetura levou-o a planejar jardins inspirados na visão inglesa de paisagem, onde a visão da natureza era idealizada e continha mais elementos românticos do que clássicos (PETERSON, 1970).

No movimento de contestação da metrópole, a jovem nação americana foi buscar no movimento romântico alemão suas fontes inspiradoras para o desenvolvimento das artes que junto com as ciências tiveram participaram ativamente na construção da identidade e no sentido de pertencimento nacional.

Os naturalistas foram responsáveis por ampliar o conhecimento científico sobre o “novo” território e propiciaram a expansão territorial norte americana influenciando os artistas na

representação da natureza-paisagem americana, eleita então o símbolo único da identidade nacional já que destoava de toda a paisagem europeia ao mesmo tempo que era desafiadora para a racionalidade da jovem nação.

É neste quadro que a geologia e a geomorfologia passaram a ser intensamente utilizadas na pintura de paisagens como meio de exaltar e promover a nação norte-americana. A primeira grande paisagem a ser representada foi o vale do rio Hudson no início do século XIX, sendo que a partir de meados do século XIX as paisagens do oeste ganharam *status* frente as do rio Hudson, pois entre as décadas de 1860 e 1870 a grande maioria das expedições passaram a ocorrer em direção à costa do pacífico, que também passou a ser representada pelos artistas da *Hudson River School*.

## **2. A *Hudson River School* e o desenvolvimento da geomorfologia norte-americana.**

Durante o século XIX nos Estados Unidos, a geologia e a geomorfologia participaram ativamente na construção dos ideais nacionais e da exaltação de algo que era realmente norte americano. As novas teorias desenvolvidas pelos cientistas que se dedicavam ao estudo da formação e evolução do relevo terrestre tornou-se o assunto de diferentes círculos sociais, de tal maneira que em 1824 o *American Journal of Science* afirmou que, “Geology is not confined to the learned. Popular lectures upon this science are now demanded in many of our cities, towns, and villages, and with the aid of diagrams and specimens, the subject is rendered intelligible and instructive to large and attentive audiences” ( *apud* BEDELL, 2002, p.7).

No século XIX, o desenvolvimento das ciências da geologia e da geomorfologia nos Estados Unidos é o produto da confluência de três grandes movimentos sincrônicos no tempo e no espaço, a expansão territorial, a busca por minérios e solos férteis e o desenvolvimento técnico-científico.

Neste contexto, os artistas da *Hudson River School* que melhor representam este momento histórico são Sanford R. Gifford e Thomas Moran, que se aprofundaram nos trabalhos de geologia e de geomorfologia, além de serem árdios defensores do uniformitarismo de Lyell nos Estados Unidos. Estes dois artistas representavam com precisão exata as características do relevo, que muitas de suas obras foram utilizadas para ilustrar relatórios científicos ou manuais acadêmicos da época e suas técnicas de desenho passaram a ser ensinadas nas universidades.

A figura 1 intitulada *La Marina Grande*, é de Gifford e foi pintada na ilha de Capri, em 1861. Nesta ocasião Gifford estava realizando um *tour* pela Europa a convite do *United States Geological Survey* e manteve profícuos contatos com Claude Lorrain e William Turner. O primeiro lhe apresentou o tema da pintura de paisagem, que fugia da tradicional representação religiosa e permitia reforçar a importância da natureza e da paisagem no destino americano. Com William Turner, Gifford entrou em contato com novas técnicas de pintura como a variação de cores na produção da luminosidade, permitindo dar melhor destaque à variação morfológica do

relevo; Turner também colocou Gifford a par da teoria do uniformitarismo de Charles Lyell, agraciando-lhe inclusive com a obra *Principles of Geology* (BEDDEL, 2002, p. 9).

O quadro *La Marina Grande* (figura 1) pode ser considerado o primeiro resultado do contato de Gifford com a pintura de paisagem, tendo como foco a geologia e a geomorfologia, já sob a influência de Lyell. A primeira observação que devemos fazer neste quadro, é o sentido de totalidade do olhar, a conexão entre o mar, a praia, a falésia, o platô e a escarpa; mediados por um majestoso brilhar do sol, remete-nos ao sentido do belo e do sublime. Ao contrário do primeiro movimento romântico alemão, em que esta paisagem poderia ser fruto de uma simples imaginação do pintor, ao contrário, aqui ela é real.

O contato de Gifford com teorias geológicas e geomorfológicas instigou-o a representar com precisão as características do relevo, onde altura da escarpa, a dissecação de seu front, o platô levemente aplainado logo abaixo e da mesma, assim como os níveis de falésia e praias são fidedignos.



Figura 1 - *La Marina Grande, Capri 1861*. Autor Stanford Gifford.

Óleo sobre tela, 31.8 x 57.2 cm

Fonte: Disponível em: <http://www.sanfordrobinsongifford.org/La-Marina-Grande,-Capri.html>.

Acessado em: 20 de Junho de 2014

Que guiada pelo olhar atento de um especialista da pintura mas também regulada pela razão de um cientista-artista, que têm ao seu dispor instrumentos de medidas e aferição, que segundo Daston (1980) marca no século XIX uma nova cultura da objetividade. Sobre o papel desempenhado pela luz solar, Kelly nos diz:

With its solar glow, almost blinding luminosity, dominant blue-and-yellow palette, lofty point of view, simplified curvilinear composition dominated by the shoreline and the contours of the cliffs, and lighting pine tree, the painting is one of Gifford's more identifiable homages to Turner, whose work was first evoked in the 1858 Lake Nemi (KELLY, 2004, p. 124).

Em 1870, Sanford R. Gifford conheceu Ferdinand Vandever Hayden diretor da *United States Geological Survey*. Hayden acreditava nos benefícios que a geologia poderia trazer ao progresso

da nação americana, pois: “lay before the public such full, accurate, and reliable information...as will bring from the older states the capital, skill, and enterprise necessary to develop the great natural resource of the country” (HYDEN *apud* ANDERSON, 1998, p.208).

Neste mesmo ano de 1870, Gifford recebeu um convite de Hayden para participar de uma expedição a fim de estudar as transformações geológicas do oeste americano, expedição esta que rendeu inúmeros esboços geológicos e também mudanças no foco artístico de Gifford, pois o mesmo assumiu não mais somente o papel de artista da expedição, mas também o de membro de um projeto científico:

As Gifford became a different kind of traveler on his western journey, his artistic focus change. Joining the Hayden expedition in Wyoming, he functioned as a member of a scientific and documentary project, and his vision was informed by the pace and the purpose of the survey team. This is not to say that Gifford’s western views are more exacting or less determined by his own mature and well-establish artistic practice but, rather, that they were the product of a shared experience, with a photographer as his “sketching” companion instead of a fellow painter. In this case, Gifford’s interest in obtaining panoramic views from commanding elevations in Wyoming was apparently superseded by his study of how the camera could be used to capture recession into deep space (APLAGATE, 2004, p. 69).

Ainda em 1870, Stanford Gifford pode participar de outra expedição com Hayden no oeste americano. O que chama à atenção é a precisão de suas pinturas quanto aos objetos e a disposição dos mesmos na paisagem. A expedição foi na região do Colorado e fez parte da equipe o fotógrafo Jackson William Henry, cuja técnica despertou muito interesse em Stanford Gifford (ANDERSON, 1998).

As figuras 2 e 3 retratam um mesmo ponto da paisagem, sendo que a figura 2 é uma fotografia onde Gifford aparece sentado realizando o rascunho do que mais tarde viraria a ser o quadro *Valle of the Chug Water* (figura 3).

A pintura (figura 3) confirma a precisão da representação artística de Gifford, seja na escala, nos detalhes que demonstram as marcas erosivas com pequenos sulcos, a variação dos com a variação da tonalidade do matiz no quadro, demonstram melhor resolução que na fotografia.



Figura 2. – Fotografia do *Valley of the Chug Water* feita por Jackson William Henry, 1870.

Fonte: <http://www.wyomingtalesandtrails.com/swan.html>. Acessado em 13/09/13.

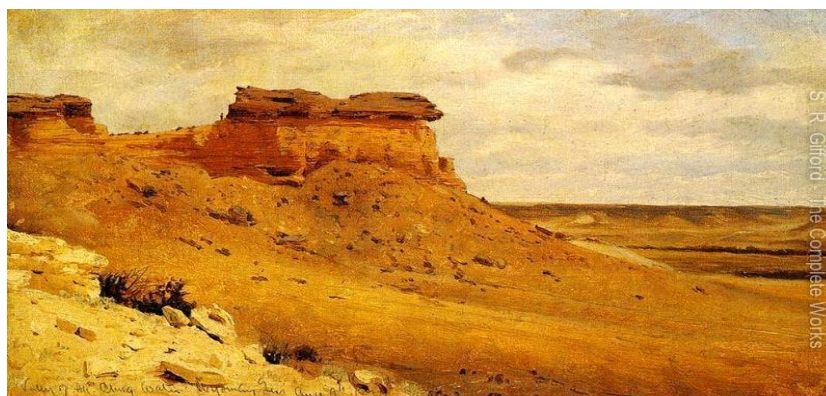


Figura 3. Pintura do Valley of the Chug Water, 1870. Artista Gifford

Óleo sobre tela, 19,7 x 32,7 cm

Fonte: Disponível em: <http://www.sanfordrobinsongifford.org/Valley-of-the-Chug-Water-large.html>

Acessado em 20/06/14.

Comparando as duas figuras, pode-se observar a precisão da pintura de Gifford (figura 3), como por exemplo os seixos de tamanhos médios à grandes, angulares à subangulares, dispersos nas vertentes. Outra comparação importante é a angulosidade do pequeno talus detrítico que bordeja uma pequena cornija no topo relativamente isolado logo à frente do quadro, onde na superfície do talus ocorrem seixos e fragmentos de rochas de dimensões de grandes à médios. Outros detalhes que merecem ser destacados são pequenos sulcos erosivos intermitentes que estão seccionando as vertentes. Também devemos destacar a riqueza de detalhes da figura 3, como por exemplo, ao retratar as variações da micro-topografia das vertentes, como sulcos de forma circular, provavelmente modelados por escoamento pluvial concentrado e onde se desenvolvem pequenos nichos de vegetação.

Comparando a figura 3 com a figura 2, podemos notar que a variação na tonalidade do vermelho-amarelado, diz respeito à variação no grau de oxidação do ferro. Mas se concentrarmos nossa atenção nos pequenos topos, perceberemos uma variação nos tons de vermelho e amarelo, indicando possivelmente variações nos graus de oxidação do ferro, podendo indicar variabilidade na porosidade da litologia.

No final da década de 1870 várias transformações estavam ocorrendo na nação norte-americana, como por exemplo, a forte urbanização, a crescente industrialização e o processo de consolidação da expansão territorial. Fase histórica esta, marcada pela *Segunda Revolução Industrial*, com maciço investimento em tecnologias, sendo que a ferrovia era uma das representantes desta nova fase de transformação do capitalismo e ao mesmo tempo a marca da nova integração territorial.

É neste quadro que se insere Thomas Moran, artista da *Hudson River School* que também participou de duas expedições de Hayden, cujo objetivo era traçar o itinerário da ferrovia que seria construída ainda na década de 1870, integrando a costa leste à oeste. Muito embora

transformações significativas na paisagem do oeste americano já estivessem em curso, tanto Gifford quanto Moran se preocuparam em retratá-las (ANDERSON, 1998).

Em 1871, Moran participou da expedição de Hayden ao Yellowstone (figura 4), que lhe despertou imenso interesse pela beleza, “The impression then made upon me by stupendous & remarkable manifestation of nature’s force will remain with me as long as memory lasts” (MORAN *apud* WILKINS, p.92). Buscando passar para suas obras a magnitude do Yellowstone sua obra (figura, 4) surpreende pela riqueza de detalhes.



Figura 4 – *The Grand Canyon of the Yellowstone*, 1872. Artista Thomas Moran.

Fonte: Smithsonian American Art Museum

Disponível em: <http://americanart.si.edu/collections/search/artwork/?id=17832>.

Acessado em: 10/07/ 2013

A visão panorâmica da área no quadro *The Grand Canyon of the Yellowstone* (figura 4) mostra em primeiro plano a grande e a exuberância dos vales, com o encaixamento da drenagem, o declive das vertentes; uma visão em conjunto que nos remete ao sentido do sublime e concomitante a este prazer nos remete ao medo, pois nos coloca frente à grandeza dos processos naturais, onde o Homem é apenas um ponto no quadro e cujo desafio é dominá-lo.

Quanto à imagem do processo, dois elementos no quadro nos chamam à atenção, o primeiro é o próprio trabalho fluvial, o rio atravessando as vertentes, uma cachoeira ao fundo, demonstrando rupturas no perfil longitudinal que potencializam a regressão erosiva. Outro elemento, matriz de todo processo, é o pluvial, isto fica bem marcado no fundo da tela, com uma camada de nuvens carregadas de chuva, pequenos pontos que poderiam demonstrar a ação e tornados.

Quanto à composição nos chama à atenção as diversas cores, que dão vivacidade a composição do quadro, evidenciando a influência de Turner, para quem a variação de cores e de sua matiz demonstraria a variação na intensidade dos processos naturais.

Segundo Hayden a acuidade geológica de Tomas Moran foi interessante e positiva, sendo a sua grande marca, o registro dos processos. Outros críticos também divulgaram suas reações com a precisão geológica da obra: “it does not need the testimony of learned geologists...to convince us of the truthfulness of the (picture)” (COOK *apud* BEDELL, 2001, p.135) e “a picture that explains



the marvels of geological formation and natural chemistry, it is a chart of physical geography” (RUSSEL *apud* BEDELL, 2001, p.136).

Mas foi em sua terceira expedição ao oeste, agora comandada por John Wesley Powell a que mais repercutiu nos estudos geológicos e geomorfológicos nos Estados Unidos; “They encourage him to perceive it geologically, to comprehend the processes at work in shaping the land before him, and to envision the past scope and present action of the forces” (BEDELL, 2001, p.125).

A precisão e a importância geológica dada por Moran em suas obras não se limitou apenas ao sucesso de *The Grand Canyon of the Yellowstone* e o fascínio dele pelos processos geológicos e geomorfológicos foram mais uma vez expressos em outra obra, *The Chasm of Colorado* (Figura 5).

As expedições de Powell ao oeste americano chamaram à sua atenção para o papel da água como agente erosivo e modelador do relevo: “Powell’s topographical studies along the course of Colorado River thought him that water was both a destructive and redemptive force. The same river that carved a channel through rock, that ate way at the earth’s surface living enormous chasms, also brought life” (ANDERSON, 1998, p.219).

Thomas Moran partiu com a expedição de Powell para o oeste americano em 1873, cujo objetivo era percorrer o rio Colorado, partindo de Green River, no estado de Ohio até Moab, no estado de Utah.

Esta expedição de Powell foi extremamente importante não somente para a geologia e a geomorfologia norte-americana, mas também para o desenvolvimento da agricultura e das cidades, pois Powell ao notar que não havia água suficiente para irrigar todas as terras, profetizou problemas futuros, além do que a expedição de Powell: “The modern significance of his work hinges on three points: the nature and potency of erosion, the idea of base level, and generic classifications of landforms” (TINKLER, 2011, p. 140). Assim esta expedição de Powell contribuiu para o desenvolvimento e expansão dos interesses nos trabalhos geológicos e geomorfológicos nos Estados Unidos, que William Morris Davis escreveu uma biografia em memória de John Wesley Powell.

Segundo Davis (1915) Powell não muitas habilidades artísticas, o que trazia alguns exageros na representação. Por isto, ficou sob a responsabilidade de Thomas Moran reproduzir as principais imagens de campo. Para Davis os dois relatórios sobre o Colorado, foram os relatórios mais bem elaborados nos Estados Unidos, além de serem os mais famosos livros de exploração publicados, com as melhores ilustrações presentes nas edições, que apesar de alguns exageros tinham uma boa precisão:

It is unusually well illustrated, partly with wood cuts from photographs, partly with schematic drawings by Holmes, in some of which a foreground section showing geological structure

and a perspective view showing surface form were admirably combined in the style of block diagrams. Powell himself seems to have had no graphic skill, and perhaps for that reason permitted the publication of certain exaggerated pictures, such as that of Horseshoe Canyon (opposite p. 162), drawn by Moran in a misleadingly realistic fashion ; and of a seriously incorrect picture (opposite p. 212), probably drawn from verbal description, of the interpretation of which has puzzled more than one reader, all the more because the excellence of the other illustrations gave reason for thinking that this one also must be trustworthy (DAVIS, 1915, p.20 ).

A imagem que Davis se refere (figura 5) foi elaborada por Thomas Moran, os trabalhos de Moran também contribuíram para criar o mito do oeste americano expresso em diversos romances e quadros de paisagem.



Figura 5 - Horseshoe Canon, 1875. Artista - Thomas, Moran

Fonte: Powell (1875, p. 163)

Segundo Chorley *et al.* (1964) a importância vital dos relatórios do Colorado foram o princípio de nível de base, a natureza e relativa potência dos processos de erosão e a classificação genérica das formas de relevo, ele adotou nomes para as características geográficas e tinha a intenção de publicar um glossário com estas novas palavras.

Powell inicia o relatório sobre sua expedição ao longo do rio Colorado fazendo uma descrição das áreas e enfatizando o papel da água no processo de formação do relevo, para ele o valor da erosão fluvial era extrema, pois seria o principal agente operativo, assim como ressaltou: “You must not think of a mountain-range as a line of peaks standing on a plain, but as a broad platform many miles wide, from which mountains have been carved by the waters (POWELL, 1875, p.14).

As características mais singulares na paisagem da área segundo Powell eram os cânions e as longas linhas de *cliff* o que ele definiu como: “These are bold escarpments, often hundreds or thousands of feet in altitude, great geographic steps, scores or hundreds of miles in length, presenting steep faces of rock, often quite vertical” (POWELL, 1875, p.6).

Ele notou que a denudação progressiva tem um limite vertical e que nenhum vale poderia ser erodido abaixo do nível do principal canal, que carrega produtos da degradação superficial



(POWELL, 1875, p.163). Este limite ele chamou de “*base level*”, que para os oceanos era permanente e para os rios temporárias. Powell calculou as taxas de erosão e notou que esta era dependente da descarga do rio e da inclinação da encosta e ambos são dependentes da quantidade da humidade proveniente da superfície (CHORLEY *et al.*, 1964). Para Powell “*base level*” era: “it is a perfect adjustment of the principal stream and its tributaries along an average slope where from the mouth to the heads of the tributaries erosion has ceased in each part of the system” (CHORLEY *et al.*, 1964, p. 531).

Segundo Davis (1915) vários esboços serviram para ilustrar os estudos de Powell, mas foi na obra *The Chasm of Colorado*, (figura 6) onde Moran captou a tese de Powell.

Observando a figura 6, pode-se observar que em primeiro plano o destaque é para a variação de cores que refletiriam a variação litológica, associada a uma variação morfológica. E em segundo plano os vales estão cobertos por nevoeiros, demonstrando tanto um aspecto da natureza, quanto um aspecto abissal de um abismo que incomoda, causa pânico com tonalidades mais escuras de acordo com sua profundidade, neste quadro novamente as cores são trabalhadas respeitando as formações geológicas das rochas.

Mas a tese de Powell está objetivamente dissolvida em todo o quadro, são as nuvens carregadas de chuva, assim como naqueles nevoeiros que percorrem todos os vales. Do lado esquerdo há uma tempestade que necessariamente joga nosso olhar para as profundezas das ravinas onde a névoa paira, enquanto que das nuvens carregadas despencam aguaceiros pesados, cujos feixes ligam-se diretamente com a superfície do terreno, deixando uma mensagem de que a dinâmica geomorfológica é ditada pela ciclicidade da dinâmica atmosférica.



Figura 6 – *The Chasm of Colorado*, 1873. Artista Thomas Moran.

Óleo sobre tela. 214.3x367.6 cm

Fonte: Smithsonian American Art Museum

Disponível em: <http://americanart.si.edu/collections/search/artwork/?id=17814>

Acessado em: 10/07/ 2013

Tanto a obra duas obras citadas a cima tiveram um alto valor no mercado e foram vendidas por um alto preço para o congresso, o que mostra o recíproco que tinham as paisagens do oeste

entre os americanos em sua forma mais natural, o que acontece nos trabalhos de Moran onde há o movimento da natureza, como ressaltou Morton:

In the actual forms of nature he reveals all the plenitude of power. The character of the tree, the formation of a rock, the movement of water over a shallow bed or its sudden swirl in a deep whirlpool, the piling up of fleecy vapors in an airless sky, or the scurry of clouds rent and shattered by the storm, are all to him means for the revelation of his artistic resources, and invitations to an essay of his strength (MORTON, 1900, p. 15).

Do ponto de vista em que o artista reproduz a paisagem não é possível saber onde o rio começa ou termina devido aos abismos com tonalidades mais escuras de acordo com sua profundidade, neste quadro novamente as cores são trabalhadas respeitando as formações geológicas das rochas. Provindo do lado esquerdo há uma tempestade que jogam os olhares para as profundezas das ravinas onde a névoa paira.

As obras *The Grand Canyon of the Yellowstone*, de 1872 e o *The Chasm of Colorado*, de 1873 de Thomas Moran são aquelas que melhor retrataram a paisagem natural do oeste norte-americano e capturam as discussões teóricas sobre o uniformitarismo de Lyell e o papel da água fluvial no modelamento do relevo terrestre como preconizado por Powell.

Atualmente, estas telas fazem parte da coleção do congresso norte-americano e demonstram o poder simbólico das paisagens do oeste no imaginário da nação americana. Oeste, que em sua forma natural demonstra a intensidade do movimento da natureza e que se mescla com a capacidade da nação americana em vencer os seus desafios. Comentando sobre a dinâmica da natureza no oeste americano, Morton ressaltou ou seguinte:

In the actual forms of nature he reveals all the plenitude of power. The character of the tree, the formation of a rock, the movement of water over a shallow bed or its sudden swirl in a deep whirlpool, the piling up of fleecy vapors in an airless sky, or the scurry of clouds rent and shattered by the storm, are all to him means for the revelation of his artistic resources, and invitations to an essay of his strength (MORTON, 1900, p. 15).

### 3. Considerações

As análises aqui realizadas nos permitem afirmar que no caso do desenvolvimento inicial da ciência geomorfológica nos Estados Unidos, houve uma intensa interação entre artistas, principalmente os pintores de paisagem, com os cientistas da época, a tal ponto de podermos falar em interferências mútuas.

Neste caso em particular foi notória a participação da Hudson River School neste processo de construção científica da geomorfologia e da geologia norte-americana, ao mesmo tempo em que tanto as artes quanto as ciências naturais participavam em conjunto do esforço coletivo de

construção dos ideários de uma nova nação, onde o relevo foi eleito como um símbolo natural de unidade da nação.

As expedições geológico-geomorfológicas de Hayden e Powell tiveram a participação de muitos artistas da *Hudson River School* e ocorreram imediatamente logo após a guerra civil norte americana. Período este, em que arte e ciência ainda tinha um diálogo profícuo e a geografia exercia um importante no imaginário social: “It was the golden age for geographical and topographic survey, of the collection and inventory of natural specimens, and development of new theory about geographical process and strcture. Photographer and painter were of present at the moment of discovery” (CHILDS, 1996, p.7).

#### 4. Bibliografia

- ANDERSON, Nancy. K. “*The Kisses of enterprise*”: *The Western landscape as symbol and resource*. In: DOZEMA M.; MILROY E. *Reading American Art*. Michigan: Thomson-Shore, 1998.
- AMERICAN ACADEMY OF ARTS & SCIENCE. Disponível em: <https://www.amacad.org/content/about/about.aspx?d=23>. Acessado em: 10/08/2013.
- APLAGAITE, Heidi. *A traveler by instinct*. In: KELLY, Franklin; AVAREY Kevin. *Hudson River School Visions: The landscape of Sanford F. Gifford*. New York: Metropolitan Museum Publisher, 2004.
- BEDELL, Rebecca. *Thomas Cole and the Fashionable Science*. *Huntington Library Quarterly*, Vol. 59, No. 2/3, p. 348-378, 1996.
- BEDELL, Rebecca. *The anatomy of nature: geology & American landscape painting*. New Jersey: Princeton University Press, 2002.
- CHILDS, Elizabeth. *Time's Profile: John Wesley Powell, Art, and Geology at the Grand Canyon*. *American Art*; The University of Chicago, Vol. 10, No. 1 ,p. 6-35, 1996.
- CHORLEY, R. J., DUNN A .J. & R. P. *The history of the study of landform*. Vol. 1. London: Butler & Tanner Ltd, 1964.
- CHORLEY, R. J., DUNN A .J. & R. P. *The history of the study of landform*. Vol. 2. London: Butler & Tanner Ltd, 1973.
- DASTON, Loraine. *Objectivity*. Chicago: Chicago University Press, 1980.
- DAVIS, Willian M.. *Physical Geography*. Boston: The Atbemoum Press, 1898.
- DAVIS, Willian M.. *Biographical memoir of John Wesley Powell*. Washington: National Academy of Science, 1915.
- HUDSON, Wayne. *The English Deists*. London: Ed. Pickering & Chatto, 2009.
- KELLY, Franklin; AVAREY Kevin. *Hudson River School Visions: The landscape of Sanford F. Gifford*. New York: Metropolitan Museum Publisher, 2004.
- MORTON, Frederick. Thomas Moran; Painter: etcher. In: *Brush and Pencil*, Vol. 7, No. 1, Oct., p. 1-16., 1900.
- PETERSON, Merril D. *Thomas Jefferson and the new nation*. London: Oxford University Press, 1970.
- POWELL, John W. *Exploration of Colorado river of the West*. Washington: University of Cambridge Press, 1875.
- TINKLER, J. *A short history of geomorphology*. Sidney: Croam Helm, 2011.
- WILKINS, Thurman. *Thomas Moran: artist of the mountains*. New York:

# ONTOLOGIA DO ESPAÇO, UNITARIEDADE E DIVERSIDADES NA NATUREZA

G. Oliveira Jr.<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup>Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Acre, Brasil  
oliveirajr@gmx.com

## Resumo

O texto ora apresentado fomenta, em caráter de ensaio, alternativa ao movimento de integração entre filosofia e epistemologia da geografia e entre geografia física e geografia humana. Para tanto, o tratamento de uma dialética da natureza ontologicamente determinada permitiria alternativa dotada de legitimidade orientada para a superação do desqualificar o debate ontológico.

**Palavras chave:** Ontologia; Dialética da Natureza; Totalidade; György Lúkacs.

## 1. Das Preliminares: A Inferior Complexidade Conservada na Superação

A insuficiência historicamente constatada e atribuída ao potencial de desenvolvimento estrutural a aprofundar o apartar dos objetos e dos elementos do universo categorial na perspectiva positivista de ciência promove a discussão epistemológica. Discussão orientada ao enfrentamento de problemáticas a evidenciar a irredutibilidade do conteúdo da realidade às regras formais pretensamente correspondentes à objetividade empírica, a oportunizar o constructo de perspectiva de apreensão da natureza de modo integrado e com interpenetração dos elementos naturais, para a qual se confere notável legitimidade nas ciências naturais no decorrer do século XX. A Geografia apresenta relevantes contribuições ao tratamento da realidade fundamentado na noção de sistema, concepção presente nas problemáticas fomentadas por movimentos ambientalistas e orienta resultados evidenciados, dentre outros, nas políticas públicas a regular a conservação e a transformação dos sistemas ambientais e dos elementos integrados a esses.

O tratamento conferido por Tricart (1977) na contribuição ao debate concebe sistema na qualidade de fenômenos existentes concomitantemente como elementos individuais/individualizáveis e apreensíveis subordinados ao conjunto de elementos a integrar processos por meio de fluxos de matéria e energia. Compreende, nesta rota, os processos enquanto expressão de mútuas relações de dependência entre os fenômenos, consubstanciando o sistema com propriedades inerentes por inexistirem nos elementos isolados, ainda que agrupados por adição que preserve a subtração das relações entre os elementos. Por conseguinte, assevera a individualidade como atributo do sistema, dotado de dinâmica própria, específica.

A concepção dos fenômenos manifestados na realidade na qualidade de sistemas apresenta a dificuldade de apreender as relações que promovem mútua dependência nos fenômenos e, por consequência, a delimitação da extensão em que a dinâmica relacional específica se manifesta nos fenômenos expressos na paisagem. Dificuldade evidenciada nas principais divergências entre as principais propostas, conforme sublinha Cavalcanti (2013).

A integração da sociedade, contudo, não obteve igual esforço da produção intelectual. Depreendemos predominante consenso, o que nos permite considerar representativa a definição de Tricart (1977), na qual o homem participa dos ecossistemas em que vive, ao passo que ele os modifica e, por sua vez, os ecossistemas reagem determinando algumas adaptações do homem. As interações são permanentes e intensas, qualquer que seja o nível de desenvolvimento técnico da sociedade humana. Nesta direção, objetivamos apontar a legitimidade da tarefa indubitável do enfrentamento da debilidade preservada — em condições irrevogavelmente modificadas e irreduzíveis, entretanto de modo algum conformando condições estritamente novas, isoladas das precedentes e que as engendraram — na proposta de integração da sociedade com a natureza inorgânica e orgânica concebida no âmbito da perspectiva de concepção da realidade enquanto sistema.

Pertinente sublinhar que a construção da integração supradita se subordina a uma concepção constituída pelo rigor lógico-formal da demarcação científica a estabelecer nas regras da linguagem que orientam enunciados plenos de sentido e, por conseguinte, comportando a experiência dos sentidos como critério de verificação objetivo para assegurar a validade do enunciado e igualmente da total ou parcial afirmação ou negação de correspondência entre forma e conteúdo. A integração entre a sociedade e a natureza se põe sob a dependência, com especificidades e dinâmicas próprias, à necessidade de tratamento no âmbito da racionalidade científica das recorrentes manifestações nos fenômenos da natureza de resultados adversos e inadmissíveis à contínua aplicação do conhecimento produzido pela ciência, definido em relação de identidade com o progresso da humanidade. A constatação de fenômenos a manifestar o conhecimento científico relacionado à produção de carências que, caso não satisfeitas, promovem a negação das condições de conservação da existência biológica fundamental ao existir da sociedade, define a integração real entre a sociedade e a natureza e desvela a debilidade da ciência ao atendimento das necessidades sociais reconhecidamente primordiais.

Nesta direção, a centralidade posta à satisfação da necessidade social real se expressa na concepção de sistema, oriunda da natureza orgânica, como alicerce das propostas dotadas de maior prestígio na academia e na sociedade. Depreendemos, por conseguinte, a construção das ideias determinadas por uma necessidade real, ontológica, logo insuprimível da existência social. As ciências naturais fundadas na natureza inorgânica, em particular a Física,

substanciaram o modelo de ciência, de relação da sociedade com a natureza e a concepção de progresso, alicerçando as atividades econômicas de maior proeminência, dependentes da energia advinda do carvão, do petróleo, da fusão nuclear.

A debilidade previamente anunciada consiste na redução da integração da sociedade às condições não sociais da reprodução social. Permanece o fundamento que atribui aos elementos constituídos de menor complexidade, o que não permite os considerar simples, restaurando a naturalização das relações sociais em condições mais complexas.

A integração proposta se realiza preservando o isolamento e a redução da sociedade à natureza. Portanto, persiste a incapacidade de integrar a sociedade na apreensão de processos movidos e moventes pelos/dos fluxos de matéria e energia parcialmente expressos em fenômenos encetados com acentuada evidência por elementos isolados e, contraditoriamente, indivisos — em diversos níveis — dos demais elementos coexistentes espacial e temporalmente na realidade precisamente existente. Inexiste esforço reflexivo a respeito das propriedades gerais e específicas que definem as qualidades da sociedade e do homem. As interações existentes entre os elementos da natureza inorgânica, da natureza orgânica e da sociedade, ainda que com fluxo de matéria e energia de idêntico fenômeno, a interação não estabelece idêntica condição de determinação ao elemento orgânico e ao elemento social, correspondendo ao estágio de desenvolvimento e complexidade do elemento e da qualidade da matéria específica.

Depreendemos que a conservação do isolamento entre filosofia e ciência forjado na modernidade inicialmente por Galileu, Descartes e Bacon provoca as limitações insuperáveis na reprodução do isolamento. Nesta rota, o tratamento da ontologia do espaço comporta legitimidade para compor e ofertar contributos de caráter diverso à predominante identidade entre ontologia e metafísica, se orientando para a finalidade de satisfação de necessidades precisamente existentes e prementes ao devir da sociedade e do gênero humano.

## **2. A Conservação do Isolamento entre Ciência e Filosofia e os Contributos de uma Aproximação com a Ontologia de György Lukács**

O esforço reflexivo ora apresentado parte das considerações desenvolvidas por Lukács (1976-1981, 1984-1986, 2012) ao assegurar a imprescindibilidade da apreensão da dinamicidade estrutural imanente ao movimento de desenvolvimento e complexificação do Ser geral e, por conseguinte, da unidade e da diversidade do Ser, encontrando na natureza inorgânica as determinações gerais insuprimíveis da existência da totalidade da matéria.

A ontologia lukacsiana reconhece que essas se fundam em relações de continuidades e descontinuidades novas esferas de ser que compreendem qualidades com expressiva legalidade ontológica e para as quais inexistem analogias autênticas com as esferas precedentes. Em

interlocução com esses fundamentos, assentamos os movimentos reflexivos orientados para a finalidade de prover a discussão quanto a prioridade da unitariedade ontológica nos termos do empreendimento lukacsiano para redefinir a autenticidade da problemática sintetizada na dualidade Geografia Física/Geografia Humana.

À vista disso, depreende-se que as categorias sociais (como formas de ser, determinações da existência), notadamente as mais primordiais, sobrevêm e, à vista disso, são fundadas a partir de determinado estágio do movimento de desenvolvimento e complexificação da matéria da natureza e em permanente integração com a natureza. Essas categorias possuem, por conseguinte, uma genealogia fundada na natureza, com base na qual irrompe um salto repleto de originalidades.

As originalidades advindas das possibilidades fundadas nesse estágio — determinado na qualidade de momento do movimento, não compreendido, portanto, como etapa de um modelo ideal, mas momento real movido e movente do movimento da matéria —, integram as determinações do movimento do devir na totalidade da matéria. Contudo, possuem expressão superior na totalidade que compreende o movimento (quantitativo e qualitativo) que desenvolve as originalidades e, ao fazê-lo, as tornam mais complexas e complexificam a totalidade. Essa complexificação, por seu turno, revela a sua genealogia fundada na nova esfera de ser, ou seja, categorias que são formas de ser social, puramente sociais, movidas e moventes por e das relações sociais.

Neste itinerário, torna-se injuntivo depreender que, conformadas no supradito movimento da natureza, as categorias sociais são fundadas e não fundantes da existência da realidade ou de um Ser geral. As categorias sociais irrompem como expressão da existência a partir de condições determinadas, como momento e resultado do desenvolvimento da matéria e que inserem no horizonte do devir as possibilidades ao pulular de qualidades novas no interior da unitariedade do ser.

Isto posto, evidencia-se a necessária tarefa de regresso ao polêmico debate a respeito da dialética da natureza, esse plenamente incorporado aos fundamentos ontológicos desenvolvidos por Lukács (2010, p. 260-261), considerando que “na autêntica concepção de Marx, trata-se [...] de um processo — em última análise, mas só em última análise — histórico unitário, que já na natureza inorgânica se mostra como processo irreversível da transformação, de complexos maiores (como sistemas solares e ‘unidades’ ainda muito maiores), passando pelo desenvolvimento histórico de cada planeta até os átomos processuais e seus componentes, em que não existem fronteiras constatáveis para ‘cima’ ou para ‘baixo’. Devido àqueles acasos favoráveis que possibilitaram a vida orgânica na terra, surgiu uma nova forma de ser, cujas condições iniciais já começamos a intuir e cuja história desde Darwin se tornou cada vez mais

conhecida. Uma série de acasos de outro tipo possibilitou o desenvolvimento do ser social a partir da natureza orgânica. Quando, pois, com Marx, tentamos entender a história de nosso próprio modo de ser social como processo irreversível, tudo o que costumamos chamar de dialética da natureza aparece como sua pré-história. A dupla ênfase da casualidade na transição de uma forma de ser a outra deve, sobretudo, indicar que nesse processo de desenvolvimento histórico, nessas transições, tampouco se pode falar em ‘forças’ teleológicas, assim como no interior dos processos singulares irreversíveis de cada forma de ser determinada. Pré-história significa, portanto, apenas (esse ‘apenas’ abrange uma multiplicidade imensa de determinações reais) que uma forma de ser mais complicada só pode se desenvolver de uma mais simples, tendo esta última como fundamento. Isso de maneira tal que as determinações das esferas de ser precedentes jamais perdem inteiramente seu significado de co-determinante. Os processos de desenvolvimento mostram geralmente a tendência de uma subordinação das determinações de ser derivadas do modo de ser precedente a uma ordem cujo princípio diretor é a auto-reprodução da forma de ser nova, mais complicada. Marx fala com razão de uma tendência de recuo das barreiras naturais no ser social [reconhecendo a] impossibilidade de este recuo impor-se inteiramente [pois] o momento biológico na sociedade pode ser reduzido pelo desenvolvimento, mas jamais é eliminável”.

O tratamento da dialética da natureza integrada à ontologia materialista, que concebe a matéria em movimento de desenvolvimento e complexificação conformando a totalidade da existência e, por conseguinte, a relação natureza e sociedade, apresenta a necessidade de interlocução com as ciências naturais. No entanto, a interlocução consiste na orientação para o tratamento de fenômenos com reconhecida existência a comportar, indubitavelmente, alternativas de concepções ontológicas que, por seu turno, delimitam alternativas ao movimento de aproximação consciente para a apreensão do fenômeno anteriormente reduzido ao existir em potência.

### **3. Esferas Naturais do Ser, Continuidades e Descontinuidades**

Os limites que constroem as alternativas postas à consciência para consubstanciar orientação (teórica) de finalidade que afirma a potência objetiva existente na matéria da natureza ao plasmar a negação da mera potência. A atividade fundante da esfera social de ser enquanto síntese movida e movente de determinações radicadas em categoria conformada nas continuidades relacionais com a natureza inorgânica e orgânica e, concomitantemente, nas descontinuidades qualitativas da matéria posta em movimento por meio de prévia-ideação a instaurar finalidade consciente que orienta a atividade prática dos homens.

A resolução das questões de natureza ontológica, no entanto, conforma propostas inseridas fundamentalmente em somente 2 (duas) alternativas: a indistinção qualitativa da totalidade da



existência definida por meio de um ser geral com determinações idênticas nas diferentes manifestações da realidade, ou a distinção radical das qualidades das formas de existência fundadas em naturezas simultaneamente diversas e irreconciliáveis.

Reconhecemos insuficiências insuperáveis em ambas as alternativas, na medida em que assevera enquanto exigência basilar para a orientação a um tratamento precisamente ontológico a compreensão da imanência de categorias impreteríveis à integralidade dos objetos constituintes da existência da realidade. Essas categorias perfazem a composição, no plano da reprodução ideal da racionalidade, de movimentos de sucessivas aproximações forjados em incessantes negações objetivas e subjetivas que, por seu turno, consolidam progressivamente o aprimorar do complexo de determinações intrínsecas ao caráter autenticamente ontológico da apreensão racional do real, configurando uma legalidade insuprimível e, contudo, com predominância inconstante.

Considerando o pensamento construído na obra de Marx fundado em uma perspectiva de tratamento das questões ontológicas compreendidas a partir da especificidade qualitativa da existência social enquanto orientação de aproximação para a apreensão racional da existência, do movimento e da transformação da realidade, Lukács (1976-1981, 1984-1986, 2012) sustenta a necessidade concomitantemente de enfrentamento da definição de uma ontologia do ser social e de uma ontologia geral, na medida em que qualquer especificidade somente pode ser delimitada com correção por um direcionamento que compreenda a não exclusividade das alternativas sobreditas.

Assentada na leitura da concepção ontológica marxiana e na restituição da distinção radical do pensamento marxiano, a ontologia lukacsiana advoga a compreensão do ser social enquanto uma originalidade qualitativa no âmbito da diversidade comportada na unidade do ser e desprovida de analogias de perfil reducionista com o movimento imanente à forma de ser das esferas precedentes na conformação da unidade da existência.

O irromper da esfera social no plano da unitariedade do ser, no entanto, pressupõe que as condições genéticas da própria constituição das contradições imanentes ao movimento da forma de ser social conserve e modifique relações de mútua interpenetração com o desenvolvimento e complexificação das esferas de ser da natureza inorgânica e orgânica, imputando necessariamente descontinuidades e continuidades quantitativas e qualitativas.

A imperiosa interpenetração da esfera social com as esferas da natureza expressam precisamente as determinações ontológicas gerais na qualidade das inelimináveis necessidades para a existência, o desenvolvimento e a complexificação da totalidade social, e simultaneamente o movimento da totalidade social conforma a negação das necessidades no instaurar da liberdade.

Ambas, portanto, de modo algum em termos absolutos, mas componentes contraditórios da constituição imanente da especificidade da existência social.

Nesta direção, o pensador húngaro declara que uma ontologia geral se define na apreensão das determinações que constituem os fundamentos ontológicos de todo ser, presentes e impreteríveis em qualquer existente. No entanto, quando no movimento da existência da realidade se configuram condições objetivas das quais advém por meio de um salto esferas de ser dotadas de maior complexidade desvelada em qualidades incompatíveis com as determinações ontológicas precedentes, as categorias da ontologia geral não podem constituir com idêntica legalidade as determinações expressas nas propriedades originais. Portanto, se torna incorreto o movimento de apreensão que se aproxima imputando aprioristicamente ao objeto do conhecimento idênticas determinações e, igualmente, não pode apartar de modo irreconciliável o campo original e o campo preexistente do ser. A incorreção, no entanto, não constitui um erro absoluto na medida em que as determinações imanentes ao movimento das esferas precedentes indubitavelmente se conservam na condição de momentos superados, e, de modo algum, imobilizados.

As categorias ontológicas gerais, diante disso, devem ser conservadas na nova esfera de ser impreterivelmente como momentos superados e com diferentes graus de determinação nos momentos do desenvolvimento da nova esfera de ser. Para enfrentar a questão de forma mais precisa, no entanto, iniciaremos a exposição pelo caráter da matéria e do seu desenvolvimento, para posteriormente dialogar com os elementos estruturantes do tratamento ontológico lukacsiano.

O reconhecimento da realidade objetiva passa pela existência da matéria, e o caráter inescapavelmente objetivo da matéria evidencia a existência da realidade de modo independente da consciência dos indivíduos que podem, no confronto com o mundo objetivo, produzir um “reflexo” ideal da matéria. A forma de ser da matéria se constitui em incessante movimento e, portanto, não pode existir matéria sem movimento (Engels, 1976), a acarretar que, sendo a matéria objetiva, o movimento é necessariamente objetivo pois é forma de ser da matéria.

No entanto, em que pese o movimento se constituir em modo de ser “absoluto” da matéria, as formas concretas da matéria em movimento manifestam o caráter relativo da própria matéria e, igualmente, do movimento, manifestando expressões concretas de momentos concretos do movimento da matéria.

A condição insuprimível de movimento enquanto forma de ser da matéria é caracterizada pela sua contradição imanente de possuir estados permanentes, mutantes e transitórios, que são igualmente heterogêneos e coexistentes na permanência e na mudança. Nesta direção, espaço e tempo são condições de ser da matéria em movimento — movimento que, por seu turno, é condição da existência da matéria —, e, por conseguinte, condições das formas concretas da

matéria em movimento serem constituídas de coexistência, permanência e mudança. Em outros termos, conformarem a existência como unidade nas/das diversidades.

O espaço como forma de ser da matéria em movimento, não se limita apenas a refletir em suas propriedades a relação regular dos fenômenos coexistentes, mas também, para ser mais preciso, reflete na sua essência e propriedades, a lei da mutação e conservação dessa relação dos fenômenos materiais coexistentes. Do mesmo modo, o tempo, como forma de ser da matéria em movimento, não só reflete nas suas propriedades a lei da relação dos estados materiais mutáveis, mas também, reflete em sua essência e propriedades, a lei da relação dos estados que mudam e se conservam (Oliveira, 1982, p. 98).

As formas concretas da matéria em movimento, ainda que expressão da existência “absoluta” do espaço e do tempo, evidenciam que a escala espaço-temporal concreta impõe limites às mudanças dos estados da matéria. O movimento e a mudança da matéria, possuindo limites objetivos existentes na forma concreta da matéria, fazem com que o movimento e a mudança enquanto caracteres permanentes apresentem qualidades distintas para a mudança da matéria, que residem na noção de mudanças quantitativas e qualitativas. O movimento apresenta predominante continuidade quando os limites da forma concreta da matéria à sua própria mudança permite um caráter estritamente quantitativo, e descontinuidade quando a mudança é de caráter qualitativo. Continuidade e descontinuidade, no entanto, expressam uma unidade de ser da matéria. Essa concepção de matéria nos permite reconstruir a exposição de Lukács (2010, 2013) a respeito da unidade da continuidade e descontinuidade no desenvolvimento e complexificação do ser, evidenciando quando a mudança da forma de ser da matéria apresenta uma descontinuidade ao mesmo tempo em que afirma uma continuidade que compõe a sua unidade enquanto expressão de uma nova esfera de ser da matéria. “Significa conceber todo o ser como processo, que, conseqüentemente, se impõe, determinante, em diversas esferas do ser, que, apesar de uma unicidade última, pode ser de tipos diferentes” (Lukács, 2010, p. 136). Haveria, portanto, uma unidade na diversidade que explicita o movimento da matéria na sua complexificação com diversidades qualitativas, o que não implica de forma nenhuma em diferenças irreconciliáveis.

A unitariedade não implica a identidade entre as esferas do ser, mas em uma dinâmica de articulação complexa no desenvolvimento da matéria, nas quais o movimento de complexificação e desenvolvimento de cada esfera de ser possui processos distintos, na medida em que há uma historicidade para cada esfera de ser, complexamente articulada à historicidade do ser geral. Deve-se considerar, nesta direção, “a conexão e a diferenciação dos três grandes tipos do ser (as naturezas inorgânica e orgânica e a sociedade)” (Lukács, 2010, p. 35), o que implica que há necessidade de aprender o movimento tanto da “propriedade específica de cada modo do ser como o de suas interações, inter-relações etc. com os outros. Nas duas direções, o

desconhecimento da verdadeira relação (unidade na diversidade, por meio dela a separação e a oposição nas interações homogêneas etc.) pode conduzir às maiores distorções do conhecimento daquilo que é o ser” (Lukács, 2010, p. 41). Premente evidenciar na existência da matéria um condicionamento que expresse que a forma concreta de ser da matéria, condição para o estabelecimento de limites objetivos para a sua transformação, determina a precedência de uma forma de ser sobre outra, na medida em que se pode comprovar que a existência uma forma de ser é o pressuposto para a existência de outra. “A dependência de uma esfera do ser em relação a outra está baseada no fato de que, na esfera dependente, aparecem categorias qualitativamente novas perante a esfera que lhe serve de fundamento. Essas novas categorias jamais conseguirão suprimir totalmente aquelas que predominam na base do seu ser. De suas inter-relações surgem, muito antes, transformações que preservam as conexões legais do ser que funda a nova esfera do ser, inserindo-as, contudo, e novas conexões, fazendo com que, dependendo das circunstâncias, novas determinações se tornem atuais nelas, sem que — obviamente — tenham condições de transformar a essência dessa legalidade. As novas categorias, leis etc. da esfera dependente do ser manifestam-se como novas e autônomas diante da esfera fundante, mas, exatamente em sua novidade e autonomia, pressupõem estas constantemente como fundamento do seu ser” (Lukács, 2013, p. 191).

A existência de categorias qualitativamente novas frente à esfera do ser que serve de fundamento para a nova esfera que se explicita e, ao mesmo tempo, a impossibilidade de suprimir totalmente as categorias da esfera de ser que fundamenta a nova, sintetizam a unidade da continuidade e descontinuidade da matéria em movimento. As categorias, portanto, “não são tidas como enunciados sobre algo que é ou que se torna, mas sim como formas moventes e movidas da própria matéria” (Lukács, 1978, p. 2-3). Nesta direção, Lukács (2013) aponta que a natureza inorgânica é a esfera de ser da matéria que não pressupõe qualquer outra esfera, seja a natureza orgânica ou o ser social. O ser orgânico pressupõe uma insuprimível interação com o ser inorgânico enquanto possibilidade de reprodução da sua existência, assim como o ser social pressupõe a mesma interação com as esferas de ser orgânica e inorgânica.

Para comprovar a afirmação, é necessário explicitar porque não se trata de mera dedução. Iniciando pelo ser orgânico, deve-se constatar que ao expressar uma mudança qualitativa, uma descontinuidade, com o ser inorgânico, a esfera de ser orgânico continua a ser matéria em movimento como condição da sua existência, e o movimento possibilita, dentro dos limites da forma concreta de ser da matéria, o desenvolvimento e complexificação dessa esfera de ser. Essa descontinuidade que implica a passagem a uma nova esfera de ser possui sempre o caráter de um salto, de uma transformação súbita. Para Lukács (1978, p. 3) “entre uma forma mais simples de ser (por mais numerosas que sejam as categorias de transição que essa forma produz) e o nascimento real de uma forma mais complexa, verifica-se sempre um salto; essa forma mais

complexa é algo qualitativamente novo, cuja gênese não pode jamais ser ‘deduzida’ da forma mais simples”.

Sobre a descontinuidade que revela uma mudança qualitativa, Léfèbvre (1970, p. 212, *grifos nossos*) apresenta um exemplo simples que evidencia a questão — embora não referente à descontinuidade (um salto) que consiste em uma nova esfera de ser —, considerando que “*O crescimento puramente quantitativo não é suficiente para explicar o desenvolvimento dos seres. [...] A água não se torna pouco a pouco dura, de modo a adquirir paulatinamente a consistência do gelo; torna-se dura de modo brusco [— portanto, em um salto]*”.

Dessa forma, Lukács (2013) afirma que a partir da categoria que explicita a mudança qualitativa na esfera do ser, o movimento da matéria do ser orgânico consiste na construção de categorias próprias fundadas na categoria que estabelece o salto ontológico. Para exemplificar, o autor considera que “*o mundo vegetal ainda se reproduz pelo metabolismo direto com a natureza inorgânica, ao passo que o mundo animal depende do orgânico como alimento, que, na inter-relação dos animais com o seu ambiente [desenvolvem] mediações sempre mais complexas*” (Lukács, 2013, p. 171).

Cumprir observar, no entanto, que a unidade geral do ser implica a continuidade de determinações da esfera de ser que serve de fundamento, ou seja, o desenvolvimento e complexificação da esfera de ser orgânico jamais pode suprimir a necessidade de inter-relação com a esfera inorgânica enquanto necessidade de reprodução da existência do ser orgânico, a exemplo da necessidade de relação do organismo com gases atmosféricos, água, nutrientes inorgânicos (ferro, cálcio etc.). Isso fica evidente quando o ser orgânico deixa de existir, não é mais capaz de reproduzir a sua existência biológica e perde a vida, passa a operar, na matéria que constituía o ente do ser orgânico, exclusivamente processos físicos e reações químicas, sendo o ser orgânico reduzido ao ser inorgânico.

A ontologia da natureza inorgânica é, portanto, geral, é fundamento de todo existente, pois não pode haver qualquer existente não fundado ontologicamente na natureza inorgânica. Não se pode, no entanto, pretender que a manifestação de formas de ser mais complexas seja totalmente redutível ao ser menos complexo, geral.

Dessa forma, torna-se necessário identificar na existência do movimento da totalidade social enquanto um modo específico de ser, o ser social, as mudanças qualitativas que contém necessariamente a afirmação e a negação, pois que, simultaneamente, confirma a unidade geral de todo ser e o afloramento das suas próprias determinações, essas específicas ao seu modo de ser e imanentes ao movimento real e ao movimento de apreensão do real, conformando a premente reflexão a respeito da dialética da natureza.

Acentuamos, preliminarmente, que a dialética não é redutível e delimitada estritamente na qualidade de lógica ou método para a apreensão da realidade. Igualmente, não é restrita a uma esfera específica de ser, a dialética é imanente ao ser geral, à matéria em movimento. Por conseguinte, é imanente ao desenvolvimento e complexificação da matéria, imanente à sua transformação quantitativa e qualitativa, o que confere à matéria e ao seu movimento um caráter independente da subjetividade.

A apreensão da realidade fundamentada da dialética revela uma determinação ontológica da realidade. Não significa, contudo, que exista uma submissão subjetiva às determinações, pois o próprio movimento de desenvolvimento das condições e capacidades subjetivas de apreensão da realidade é imanentemente dialético, e igualmente real e material. Essa determinação evidencia um aspecto relevante na afirmação a respeito das categorias enquanto “formas de ser, determinações da existência”, na medida em que o movimento de apreensão do real é igualmente real, não um universo ideal fendido do mundo material.

O movimento, na qualidade de forma de ser da matéria, expressa a imanência da contradição e dinâmica da matéria. Isto posto, a existência individual de qualquer objeto material é constituída por elementos que existem em contradição entre si, conformando uma unidade dinâmica da diversidade desses elementos, o que assevera a totalidade na qualidade de categoria ontológica geral de todo ser. A dialética, enquanto imanência movida e movente da matéria, não estritamente não retém como não dispõe de fixidez, significando compreender que, no processo de desenvolvimento e complexificação da matéria, a dinâmica e contradição inerente à matéria igualmente se desenvolve e se complexifica, ainda que em perpétua interação com a totalidade geral do ser. Contudo, a unitariedade não equivale ao indistinto qualitativo. Consequentemente, não há analogia entre a matéria (e a dialética imanente a essa) mais complexa com a matéria menos complexa, o que não extingue a existência da vigência de uma dialética mais simples nas esferas mais complexas, reafirmando o caráter de continuidade e descontinuidade da complexificação da matéria. A reflexão a respeito da dialética da natureza, nestes termos, não implica a conformação de leis gerais estáticas em todas as esferas de ser da matéria.

Essas leis gerais revelam influências do discurso científico positivista e neopositivista, com pretensão de equivalência na dinâmica imanente ao movimento da matéria independente das qualidades e, concomitantemente, consagrando ao plano subjetivo um caráter destituído e diverso da materialidade. As leis gerais, portanto, ainda que presentes e de modo algum passíveis de integral supressão, não possuem o mesmo estatuto ontológico nas diferentes esferas de ser. Em outros termos, a dialética imanente à esfera inorgânica do ser não possui determinações equivalentes e/ou idênticas na esfera biológica ou social do ser, o que não acarreta nenhuma hipótese de plena diferença entre as esferas, somente reafirmam que as categorias de uma ontologia geral constituem momentos superados conservados no

desenvolvimento de esferas qualitativas de maior complexidade. Depreende-se, a partir do exposto, a existência e determinações de processos físicos e reações químicas do inorgânico no ser orgânico e no ser social, que expressam e reafirmam a unitariedade do ser. Essa unitariedade, entretanto, não pressupõe uma pretensa redutibilidade das esferas mais complexas de ser à dinâmica imanente da esfera menos complexa. A continuidade de hipotéticos caracteres no movimento do objeto deve provocar a ineliminável tarefa de sublinhar a constituição ontológica falseadora que em verdade expressa o descontínuo por integrarem relações não idênticas ao momento precedente.

#### **4. Provocação Final: Uma Geografia Desumana (Física)?**

O esforço reflexivo apresentado parte dos fundamentos que desenvolvemos anteriormente (Oliveira Jr., 2015), ao constatar a potencialidade de contributos ao debate para a superação da dicotomia entre sociedade e natureza na Geografia. Orientados para essa tarefa, compartilhamos a provocação da debilidade conservada na tradição e na renovação da Geografia. Depreendemos que a conservação se manifesta na relação da sociedade com a natureza delimitada estritamente na naturalização da sociedade quando a efetiva modificação — a engendrar os profícuos contributos da perspectiva sistêmica — se encontra fundada no reconhecimento da necessidade de conservação das condições de reprodução biológica enquanto *conditio sine qua non* à existência social individual e genérica. O aparente movimento de aproximação com a natureza desvela a necessidade social da natureza e, por conseguinte, a debilidade da predominante inversão expressa na naturalização da sociedade.

A ausência do debate a respeito das especificidades da existência social e do desenvolvimento dessas integradas à relação entre sociedade e natureza priva a sociedade do reconhecimento de questões teóricas e atividades práticas necessárias, obnubiladas nas pretensas necessidades satisfeitas pelas ciências naturais. Contudo, ciências precisamente destituídas de naturalidade, orientadas para a necessidade humana da predominância de concepções e ciências desumanas. A conservação dos limites do conhecimento reside no conteúdo social conservado e isolado na predominância do princípio da neutralidade da ciência, tornando ontologicamente débil a superação estritamente no âmbito formal, com a forma apartada do conteúdo precisamente existente, real. Nesta rota, não estaria o neopositivismo conservando a metafísica e destituído de “sentido”?

## 5. Bibliografia

Cavalcanti, L. C. de S. (2013). *Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas*. Tese de Doutorado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.

Engels, F. (1976). *Anti-Dühring*. São Paulo: Paz e Terra.

Lukács, G. (1978). As bases ontológicas do pensamento e da atividade do homem. *Temas de ciências humanas*, v. 4.

\_\_\_\_\_. (2010). *Prolegômenos para uma ontologia do ser social*. São Paulo: Boitempo.

\_\_\_\_\_. (2012). *Para uma ontologia do ser social I*. São Paulo: Boitempo.

\_\_\_\_\_. (2013). *Para uma ontologia do ser social II*. São Paulo: Boitempo.

Oliveira, A. U. de. (1982). Espaço e tempo: compreensão materialista e dialética. In Santos, M. (Ed.). *Novos rumos da Geografia brasileira*. São Paulo: Hucitec.

Oliveira Jr., G. (2015). *Ontologia do espaço: crítica da crítica da entificação social do ser enquanto pressuposto a uma teoria espacial interpenetrada à “Ontologia do Ser Social”, de György Lukács*. Tese de Doutorado. Brasília: Universidade de Brasília.

Tricart, J. (1977). *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE.





## GEOGRAFIA FÍSICA E DIREITO AMBIENTAL – COMPLEMENTARIDADES NA ANÁLISE AMBIENTAL

M. S. Garcia <sup>(a)</sup>, B. S. P. e Souza <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Maria  
garciamedi@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Maria  
bernardosp@yahoo.com.br

### Resumo

O presente artigo promove uma discussão acerca da perspectiva do estudo interdisciplinar do meio ambiente, perpassando pela ótica da ciência geográfica à luz da legislação vigente no Brasil. Verificou-se a situação dos recursos naturais e humanos da planície de inundação da área retelinizada do Arroio Cadena no bairro Passo d'Areia, na área urbana da cidade de Santa Maria, RS, abordando a correlação entre as características físicas e humanas desse local. Utilizou-se como base a metodologia dos quatro níveis da pesquisa geográfica (compilatório, correlatório, semântico e normativo), preconizada por André Libault (1971). O entendimento dos anseios/percepções da população como uma forma de se esclarecer as diferentes ações frente ao ambiente é uma possibilidade de compreender a configuração da paisagem como resultado da inter-relação do homem com os fatores físicos e culturais, porquanto a área em estudo é considerada uma zona desfavorável para a ocupação urbana, por ser uma área inundável, com condições desfavoráveis à ocupação.

**Palavras-chave:** Paisagem. Geomorfologia. Visão Sistêmica. Direito Ambiental.

### 1. Introdução

A situação socioeconômica do Brasil (e também de outros países), representada, particularmente, pela falta de moradia faz a população ocupar áreas inadequadas à dignidade humana e à qualidade ambiental; e os gestores, por sua vez, omitem-se ao não apresentar soluções para isso e/ou incentivam a ocupação em áreas impróprias à ocupação.

Por razões culturais e políticas, a Legislação é um assunto bastante restrito a grupos específicos. É inegável que as medidas legislativas têm grande repercussões na configuração do território. Uma das preocupações primárias da Geografia é contribuir para a melhor organização do espaço sob uma perspectiva sistêmica, em que a percepção dos fenômenos físicos, socioeconômicos e legislativos por parte da população que ocupa determinada porção da superfície terrestre, a qual pode ser um território, pode melhorar a qualidade de vida dela.

O presente artigo se constitui num esforço de buscar promover uma discussão da perspectiva do estudo interdisciplinar do meio ambiente, sob a ótica da legislação vigente, e as transformações socioeconômicas, culturais, políticas e jurídicas que delimitam este amplo processo interconectado, permeado pelas diferentes percepções dos agentes que compartilham experiências e alteram a paisagem dos locais em que vivem.

A interdisciplinaridade é uma perspectiva integradora, capaz de favorecer a dimensão social, o que a ciência analítica e fragmentadora não possibilita.

Sabendo-se que Geografia detém um conhecimento acumulado no decorrer dos séculos e sendo a legislação ambiental um fenômeno recente na história da humanidade, a ciência geográfica, particularmente no seu ramo conhecido como Geografia Física Global (Bertrand, 2007), e uma ciência jurídica voltada para o meio ambiente, apesar de distintas, têm o mesmo objeto de estudo, que é o meio ambiente e o bem-estar das populações. Assim, esta pesquisa objetiva entender as questões da Geografia Física, mais especificamente da Geomorfologia, além de compreender as relações sociais que envolvem o cotidiano da comunidade e como são percebidas pelos sujeitos as condições ambientais.

Realizou-se um estudo sistematizado da relação homem/natureza, de modo a contribuir para uma reflexão sobre o desenvolvimento humano, acerca das ciências geográfica e jurídica ambiental. Buscou-se verificar a situação dos recursos naturais e humanos, tendo a planície de inundação da área retificada do arroio Cadena, no bairro Passo d'Areia, em Santa Maria/RS, como base de estudos. Abordou-se uma correlação entre suas características físicas e humanas e a legislação ambiental. Para tanto, buscou-se identificar e analisar as características físicas (geomorfologia, geologia, solo, vegetação, hidrografia), e humanas (sócio-econômica), e buscar na legislação vigente normas que disciplinem o uso por parte da população que habita a referida área.

O artigo se apresenta dividido em: caracterização da área, pressupostos teóricos e metodológicos e uma pequena reflexão acerca da urbanização e da perspectiva sistêmica com um subtítulo no qual as reflexões versam sobre as questões do Direito Ambiental e da Geografia. De maneira, sucinta os principais conceitos envolvidos nessa pesquisa são descritos de forma demonstrar a correlação que existe entre eles. Por último são apresentadas as considerações finais e a lista dos autores consultados.

## **2. Caracterização da Área**

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE (2010) o município de Santa Maria/RS possui uma área de 1.781.757Km<sup>2</sup> e uma população de 261.027 habitantes, sendo que 248.334 dos habitantes vivem na zona urbana e 12.693 habitantes na zona rural.

Localizada no centro do estado, Santa Maria ocupa a zona de transição geomorfológica entre o Planalto Meridional Brasileiro e a Depressão Central Sul-riograndense, com suas planícies aluviais, várzeas e coxilhas. O município possui áreas acidentadas, com morros de topos arredondados ou tabulares, dependendo da intensidade erosiva, podendo ser citados os do Cerrito, Mariano da Rocha, Santo Antônio e Cechela (Garcia, 2006).

A hidrografia do município é constituída pelos rios Vacacaí, Vacacaí-Mirim e Ibicuí e, completando-a, vários arroios, entre eles o Cadena e o Arenal, além de lagoas e reservatórios artificiais, como o do DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento), e o banhado de Santa Catarina, localizado no distrito de Santa Flora. No rio Vacacaí, o Balneário do Passo do Verde, e no Vacacaí-Mirim, o Parque Náutico do Clube Comercial, são exemplos de ocupação, uma vez que apresentam áreas de lazer.

No município de Santa Maria, há presença de capões e matas-galerias, associados à maior umidade dos solos, como nas baixadas e ao longo dos cursos d'água. Outra formação vegetal é a vegetação rasteira associada ao predomínio de superfícies suaves e caracterizada pela presença de gramíneas. A formação florestal também é reflexo das condições favoráveis encontradas no relevo, como maior umidade do ar, as chuvas e os nevoeiros frequentes. Porém, a vegetação predominante é de campos limpos, a qual ocupa uma área significativa e o restante é ocupado por capões de mato e mata-galeria, ao longo de riachos e de banhados (Garcia, 2006).

O comércio varejista e a indústria da construção civil ocupam lugar de destaque na configuração da economia do município de Santa Maria. A Educação, do mesmo modo, é uma atividade relevante, pelo considerável número de Instituições de Ensino Médio e Superior. “A especialização médico-hospitalar contribuiu para Santa Maria assumir importância regional [...] isso, também faz com que ocorra um grande fluxo de população com migração diária para Santa Maria” (Nascimento, 2014).

Alguns problemas do município de Santa Maria são - o desemprego, a falta de moradia, a falta de saneamento básico e a deficiente coleta de lixo (Weber, 2000).

A planície de inundação da área retelinizada do arroio Cadena, no Bairro Passo d'Areia (Figura 1), é composta por diferentes realidades de ocupações. Algumas ocupações já são reconhecidas, pela administração municipal, como em processo de legalização, outras fazem parte do “Programa Minha Casa Minha Vida” do Governo Federal. Há, ainda, algumas áreas ocupadas sem infraestruturas adequadas e principalmente ocupando áreas de banhado, por onde passa o antigo curso do arroio Cadena. Geologicamente, essa planície é composta parte pela formação Santa Maria, Membro Alemoa com uma litologia de siltitos argilosos maciços, de cor vermelha, com níveis esbranquiçados de concreções calcárias e parte com sedimentos atuais com a presença de cascalhos, areias, siltites e argilas fluviais (Gaspareto *et al.*, 1988).

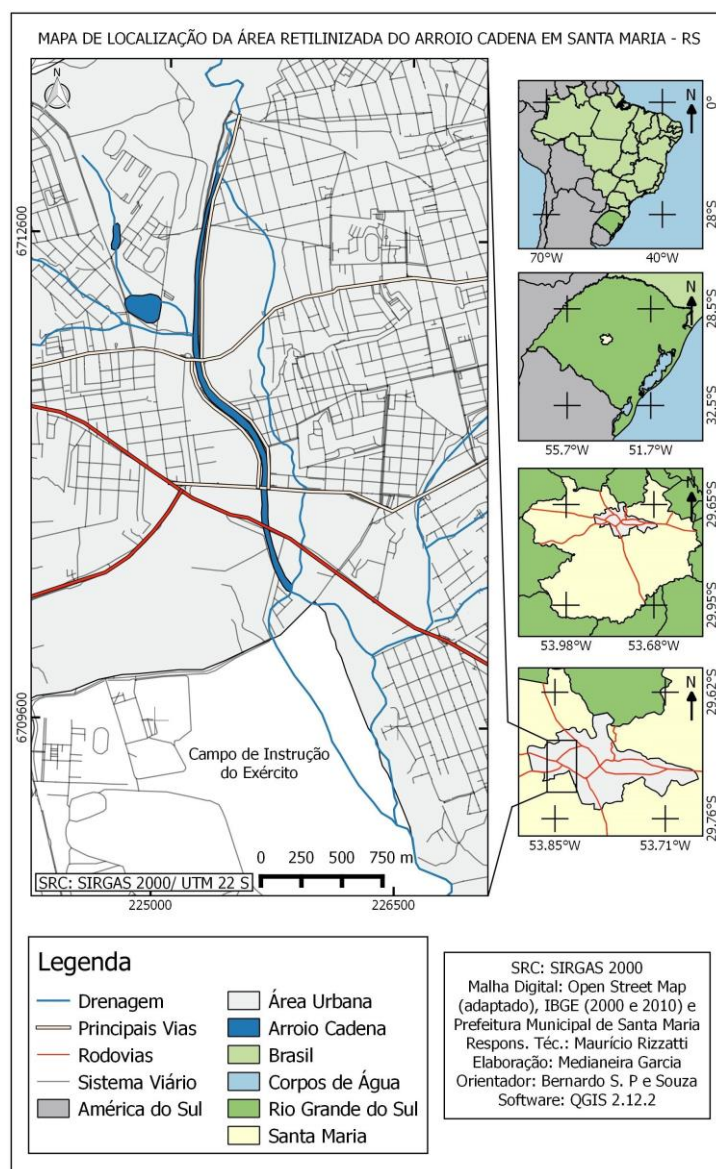


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

De acordo com Maciel Filho (1990), “[...] os depósitos do Arroio Cadena são compostos por sedimentos arenosos a montante (norte) e areno-argilosos a jusante (sul) a cor geralmente cinza” e a planície de inundação possui “[...] a espessura dos depósitos junto a rua Venâncio Aires está em torno de 3m ou mais”, importante destacar que a área em estudo conforme a carta geotécnica é uma área de depósitos fluviais de várzea sendo considerada uma zona desfavorável, ou seja, “[...] são aquelas mal drenadas e, ao mesmo tempo, inundáveis, bem como aquelas cujas condições de fundação [para construções] são desfavoráveis” (Maciel Filho, 1990).

### **3. Pressupostos Teóricos e Metodológicos**

Conforme Libault (1971), a pesquisa em Geografia se divide em quatro níveis (compilatório, correlatório, semântico e o normativo).

O primeiro diz que, “[...] toda a pesquisa terá como princípio uma coleta de dados e uma compilação desses dados”, ou seja, o nível compilatório (Libault, 1971). Para o desenvolvimento do estudo, foi utilizada a pesquisa bibliográfica, a qual consiste, segundo Gil (1993), na consulta de um material já elaborado, constituído, em especial, de livros e de artigos científicos, contemplando, assim as questões relacionadas ao tema em estudo. Nesse nível foi feito o levantamento bibliográfico da área e a interpretação de cartas topográficas, aerofotogramas verticais. Igualmente, foi realizado o levantamento de campo, para conhecer a população e saber como essa percebe seu envolvimento com as questões do equilíbrio do sistema ambiental da área em estudo, bem como o levantamento da legislação vigente que dispõe sobre o tema, com previsão Constitucional e, desse modo, elaborar a fundamentação teórica para norteadora da pesquisa.

Com relação ao nível correlatório os dados são correlacionados, verificando e estabelecendo relações para preparação da interpretação, que corresponde ao nível semântico, “[...] em outras palavras trata-se de localizar exatamente os problemas parciais, de modo a organizar seus elementos dentro do problema global” (Libault, 1971). No nível correlatório foi o momento que as correlações entre os diferentes aspectos analisados na área em estudo foram organizadas. No nível semântico foi desenvolvido em laboratório, onde ocorreu a interpretação dos dados coletados.

Por último, o nível normativo, que, é “[...] de traduzir os resultados fatoriais em normas aproveitáveis, seja para sustentar a estrutura geral da ciência geográfica, seja para quantificar uma proposição aberta regional”. (Libault, 1971). Neste nível foi organizado e elaborado o relatório final da pesquisa primando para normatizar as propostas iniciais da pesquisa.

### **4. Uma reflexão acerca da urbanização e a perspectiva sistêmica**

A crescente urbanização da população não é privilégio do município de Santa Maria - RS, pois é uma característica que se pode identificar em outros países da América Latina, particularmente, naqueles em que a população rural migra para a zona urbana à procura de uma melhor qualidade de vida. Essas pessoas são oriundas do mesmo município ou de outros municípios. Isso contribui com a crise ambiental, já que os conceitos de qualidade de vida estão em questão e perpassam por questões sociais mais amplas, pois se trata de “[...] uma crise complexa, multidimensional, cujas facetas afetam todos os aspectos de nossa vida – saúde e o modo de vida, a qualidade do meio ambiente e das relações sociais, da economia, tecnologia e política. É

uma crise de dimensões intelectuais, morais e espirituais; uma crise de escala e premência sem precedentes em toda a história da humanidade” (Capra, 1982).

Assim, necessita-se de uma visão sistêmica com o intuito de entender as interdependências sociais e ambientais, e essas relações mostram a necessidade de um maior conhecimento da atual sociedade e da sua base de sobrevivência, para buscar a melhoria da qualidade de vida e almejar a cidadania.

Conforme Suertegaray (2002) “[...] uma perspectiva sistêmica, em que a estrutura e organização definem uma unidade composta [ocorre] a possibilidade de várias unidades interagir umas em relação as outras”. Então, a busca pela eficácia dos Direitos Humanos a partir das Garantias Fundamentais do Estado democrático de direito, procura atender às necessidades básicas da população na possibilidade de melhorar a qualidade de vida, com - moradia, saúde, educação e transporte. Esses são previstos no texto da Constituição Federal promulgada em 1988, são partes importantes para entender a configuração da paisagem.

O estudo na perspectiva interdisciplinar entre dois ramos da ciência, quais sejam a Geografia e Direito, pode possibilitar um estudo com base na visão sistêmica. Segundo Falcão e Gomes, (2011), “[...] enquanto a Geografia tem como uma de suas vertentes, estudar o comportamento da sociedade e a conjuntura em que ela está inserida, realizando levantamentos quantitativos e qualitativos, além de efetivar uma análise crítica sobre essa realidade, o Direito busca adequar esses dados observados na realidade fenomenológica, para instituir normas que venham a atingir a harmonia das relações humanas e a pacificação social”.

O uso do solo pela urbanização não planejada, causa grandes transtornos sociais e econômicos, os quais, muitas vezes, coincidem com o que Suertegary (2002) “[...] conceitua como depósitos tecnogênicos, que são [...] depósitos resultantes da atividade humana (Chemekov, 1992). O conceito abrange tanto os depósitos construídos, como aterros de diversas espécies, quanto aos depósitos induzidos, como os corpos aluvionares resultantes de processos erosivos, desencadeados pelo uso do solo”. Tais depósitos podem/devem ser considerados na análise ambiental de áreas mais ou menos densas em termos de ocupação humana.

Na concepção de Orellana (1981), a Geomorfologia possui uma perspectiva interdisciplinar. Desse modo, acaba por ter um papel importante no planejamento urbano, em questões de planejar para um uso racional, sem causar o desequilíbrio dos ecossistemas e tentar um planejamento que possa corrigir as ações antrópicas que causam falhas nesses ecossistemas.

O planejamento urbano é de responsabilidade do poder público, mas de acordo com Castro (2010), “[...] não cabe apenas aos governos a realização das medidas de proteção ambiental, pois a sociedade é a principal destinatária e interessada na manutenção da sadia qualidade de vida”.

#### 4.1. Direto Ambiental e a Geografia

É importante salientar que cabe ao Estado estabelecer legislação com capacidade real de responsabilização dos degradadores do meio ambiente. Castro (2010) pontua “[...] que as vítimas sejam efetivamente indenizadas, mas também de forma a respeitar o direito ao meio ambiente sadio [...]. Os prejuízos econômicos de uma degradação nunca vêm desacompanhados de sofrimentos pessoais, desajustes sociais e modificações não indenizáveis. Assim, o melhor ainda é prevenir o dano”.

Com advento do progresso ou retrocesso da humanidade em nível ambiental, Burmann (2011) destaca “[...] as relações humanas não são nada previsíveis e os requisitos para caracterizar uma vida digna, consequentemente, são dotados de variáveis”, então o direito a um ambiente saudável passa para “[...] o rol destacado dos direitos fundamentais, tendo-se em conta um horizonte normativo-conceitual mutável e aberto materialmente em face dos novos desafios existenciais postos a cada povo no avanço civilizatório”.

Além disso, por considerar o meio ambiente como patrimônio público, é necessário dar tratamento a essa questão de forma mais democrática. E o processo de redemocratização da sociedade brasileira, por meio da elaboração e promulgação da Constituição Federal de 1988, foi fundamental para novas reformulações, as quais viriam a acontecer no campo jurídico referente à questão ambiental.

Entretanto, isso só foi possível devido às reivindicações de movimentos sociais (ambientalistas) que lutaram por melhorias na Política Nacional do Meio Ambiente. Toda essa pressão da sociedade mobilizada culminou na criação do artigo 225 da Constituição Federal/1988, o qual versa, a respeito do meio ambiente da seguinte maneira:

*Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.*

*§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:*

*I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;*

Logo, se for o Poder Público que praticar o dano ao meio ambiente, a responsabilidade é dele, mas se for o cidadão comum, cabe ao Poder Público agir, administrativa e judicialmente, para que ocorra o reparo do dano ao meio ambiente, já que se entende que a vítima dos danos ambientais é sempre a sociedade em geral.

*II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;*



De acordo com Castro (2006), “o termo preservar com o sentido de evitar, agir antes, embarçar, na realização da consagração do princípio da preservação”.

**III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;**

Frente a essa realidade, a forma encontrada pelo direito brasileiro é insuficiente, sendo necessário elaborar estudos acerca dos danos que serão causados e medidas para evitá-los ou minorá-los.

Educação Ambiental é também uma questão social. Segundo Castro (2006),

“[...] o momento em que se conseguir expressiva conscientização da sociedade para a importância da preservação do meio ambiente, com certeza que as iniciativas de caráter punitivo poderão ser afrouxadas, dirigindo os esforços e os recursos financeiros públicos para outras áreas importantes”.

O meio ambiente, “[...] é um bem social, ecológico, cultural, sem valor econômico, mas indenizável quando degradado, e pertencente a todos os cidadãos. Mesmo os proprietários de áreas urbanas ou rurais não são donos do ambiente existente [nesses espaços], que é um bem de toda a sociedade. Desta forma, não está o particular autorizado a fazer mau uso do meio ambiente por estar em suas terras localizado. Ao contrário, como cidadão, pode utilizá-lo para lazer e produção, mas sempre deverá preservá-lo” (Castro, 2006).

Entendendo o meio ambiente como um bem coletivo, o qual pode ser desfrutado individualmente, o papel do poder administrativo municipal é de responsabilidade, com a garantia desse direito à população, pois trata da busca da concretização do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, enfatizado pela Constituição Federal/1988.

## **5. Resultados**

O Artigo 225, da CF/88 enfatiza que é dever não só da União, mas também dos governos estaduais e municipais planejarem, fiscalizarem e promoverem políticas que conservem o meio ambiente, colocando assim a descentralização no processo decisório referente a essa questão. Nele também é enfatizado que a degradação ambiental pode gerar a degradação humana, pois a dignidade dos cidadãos perpassa pela promoção do cuidado como o meio.

Sabe-se que “[...] o município de Santa Maria/RS necessita de estudos ambientais que apontem para o planejamento ambiental integrado, visando à mitigação e a minimização dos impactos

ambientais atuais e futuros, decorrentes do crescimento urbano acelerado e desordenado em áreas de instabilidade geomorfológica forte e muito forte” (Nascimento, 2014).

Monteiro (2002) faz referência à Aziz Nacib Ab’Saber, que trabalha a, “[...] Geografia dita Física, mas perfeitamente integrada às esferas social e econômica. Além de sua inestimável contribuição ao conhecimento da Geomorfologia do Brasil, sua enorme capacidade de trabalho e acuidade de percepção o fazem, em nossa comunidade, o geógrafo completo, ainda militando da forma mais empenhada e efetiva tanto como ambientalista ecoativista batalhador ao mesmo tempo que engajado politicamente em prol da justiça social”.

Importante destacar Suergtegaray (2005) ao se referir ao objeto da Geografia como ciência da relação entre natureza/sociedade e, ainda, ao mencionar a importância da análise sistêmica como elo unificador que diminuiria o abismo entre a Geografia Física e a Geografia Humana, importante interface entre os aspectos físicos e humanos com grande expressão de articulação, uma vez que a pesquisa tem por princípio um estudo geográfico, no qual os aspectos físicos são importantes, bem como a maneira como a sociedade percebe e age na área.

Portanto, “[...] os danos ambientais são naturais ou provocados pelo homem, mas, mesmo quando este não tem participação consciente, ou seja, com dolo, vontade livre de praticar o dano, sua simples presença em local de risco ou sua omissão em reconhecer os sinais de risco o responsabilizam” (Castro, 2011).

Outro aspecto a destacar é a qualidade de vida, que passa não só pelo nível de conhecimento da própria população, contudo igualmente, pelo modo como essa percebe as políticas públicas.

Sendo assim, como forma de solucionar e/ou amenizar os problemas ambientais dessa área faz-se necessário um planejamento cooperativo entre as instituições municipais, estaduais e federal, bem como, o envolvimento da sociedade civil organizada.

## **6. Considerações Finais**

O estudo do espaço com uma perspectiva sistêmica e uma abordagem interdisciplinar permite que se possa conhecer melhor a população e faz essa rever suas práticas, frente à diversidade política, econômica e cultural. Essa sociedade pode então conhecer e buscar seus direitos sociais garantidos pela Constituição/1988.

A busca pela melhora da qualidade de vida da população, pode deixar de ser apenas uma norma bem redigida nos documentos oficiais. Pode ajudar na possibilidade de se ter uma vida digna, sendo efetivada e vivenciada pelas diferentes populações das áreas menos privilegiadas.

Compreender os anseios da população, como uma forma de se esclarecer as diferentes ações frente ao ambiente, é uma possibilidade de entender a configuração da paisagem como resultado

da inter-relação do homem com todos os fatores físicos e culturais. Então, é pertinente ressaltar a necessidade de um meio ambiente com condições adequadas, que possibilite uma boa qualidade de vida da população. Para que isso ocorra, a sociedade civil deve participar no processo decisório por meio da atuação cidadã e, ainda, há urgência de o Poder Público exercer a função de fiscalizar e punir quem não se adequar às normas postas, independentemente de quem forem os envolvidos.

A sociedade precisa assumir a responsabilidade da busca por um ambiente saudável, por meio da participação ativa juntamente com os cuidados e atitudes simples, os quais podem fazer relevante diferença na comunidade. A planície de inundação da área retelinizada do Arroio Cadena é considerada zona desfavorável para ocupação, conforme Maciel Filho (1990), por ser área inundável e com condições de fundação desfavorável, ou seja, a ocupação dessa área já era desaconselhada em décadas passadas. Desse modo, existe hoje a necessidade de um trabalho ainda mais urgente, uma vez que a ocupação é uma realidade visível.

## 6. Bibliografia

- Bertrand, G. et Bertrand, C. (2007). *Uma geografia transversal e de transversais: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. Messias Modesto dos Passos (org.). Maringá: Massoni.
- Brasil (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 05 outubro 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm). [Acesso em 10 de agosto de 2014]
- Burmann, L. L. (2011) Direito ao Meio Ambiente e sua Essência Fundamental. In: Toaldo A. M. [et al.]. Orgs. *Pensando o Direito*. (pp. 91-117). Vol.II. – Canoas: Edição do Autor.
- Capra, F. (1982). *O Ponto de Mutação. A Ciência, a Sociedade e a Cultura emergente*. Tradução: Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix.
- Castro, J. M. A.Y. (2006). *Tutela Civil do Meio Ambiente*. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris.
- Castro, J. M. A. Y. (2010). *Direito Ambiental*. São Paulo: Memória Jurídica.
- Castro, J. M. A. Y. (2011) Direito ao Meio Ambiente e sua Essência Fundamental. In: Toaldo, Adriane M. [et al.] Orgs. (pp. 71-89). *Pensando o Direito*. Vol.II. – Canoas: Edição do Autor.
- Falcão, W. S. e Gomes, M., S, V. (2011). *Geografia e Direito: Um Estudo Interdisciplinar sobre a formação da Cidadania Discente*. Revista Geográfica de América Central. Número Especial EGAL, Costa Rica, 2011, Disponível em: [www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2647](http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2647). Acesso em: 19 de out. de 2014.
- Garcia, M., dos S. (2006). *Estudo Integrado da Vila Alto da Boa Vista na Área da Nova Santa Marta, Município de Santa Maria/RS – Setor da Sub-bacia Drenado por um Afluente da Margem Direita do Arroio Cadena*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.
- Gaspareto, N. V. L.; Medeiros, E. R.; Veiga P.; Maciel Filho, C. L.; Sartori, P. L. P. e Menegoto, E. (1988). *Mapa Geológico da Folha de Santa Maria – RS (1:50.000)*. Santa Maria: FINEP – Universidade Federal de Santa Maria.
- Gil, A. C. (1993). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 3ª ed., São Paulo: Atlas.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). *Recenseamento Geral: Censo Demográfico do Rio Grande do Sul*. 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs#>. Acesso: em 20 de out. de 2015.

- Libault, A. (1971). *Os Quatro Níveis da Pesquisa Geográfica*. Revista Instituto de Geografia. Métodos em Questão, São Paulo.
- Maciel, F. C. L. (1990). *Carta Geotécnica de Santa Maria*. Santa Maria: Imprensa Universitária. FINEP – Universidade Federal de Santa Maria.
- Monteiro, C. A. F. (2002) *A Geografia no Brasil ao longo do Século XX: Um Panorama*. Associação dos Geógrafos Brasileiros. São Paulo: AGB. Comissão de Pesquisa.
- Nascimento, M. D. do. (2014). *Impactos Socioambientais e Percepção da Paisagem em Locais de Forte Fragilidade Ambiental na Cidade de Santa Maria/RS*. Tese de Doutorado (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Instituto de Geociências.
- Orellna, M. P. (1981). *Geografia e Planejamento*. A Geomorfologia no Contexto Social. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo.
- Suertegaray, D. M. A. (2002). *Geografia Física e Geomorfologia: Uma (Re)Leitura*. Coleção Livros de Bolsa. Ijuí: UNIJUI.
- Weber, I. G. K. (2000). *Experiências de Educação Ambiental: Resgate Histórico da Ocupação a Análise Espacial da Nova Santa Marta*. Santa Maria/RS. Monografia em Geociências. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.



## UMA LÍNGUA, DIFERENTES GEOGRAFIAS. UM OLHAR SOBRE A GEOGRAFIA FÍSICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA.

L. Cunha<sup>(a)</sup>, R. Jacinto<sup>(b)</sup>, M. Modesto dos Passos<sup>(c)</sup>, V. Teles<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> CEGOT, Universidade de Coimbra  
luciogeo@ci.uc.pt

<sup>(b)</sup> CEGOT, Universidade de Coimbra  
rui.jacinto@iol.pt

<sup>(c)</sup> UNESP, Campus de Presidente Prudente, SP, BR  
mmpassos86@gmail.com

<sup>(d)</sup> CEGOT, Universidade do Minho  
vteles@ics.uminho.pt

### Resumo

Apesar da língua comum, os países de língua oficial portuguesa, fruto de vicissitudes históricas recentes, de distintos enquadramentos científico-culturais e, mesmo, de diferentes acessibilidades aos principais fóruns científicos internacionais, apresentam hoje distintos modos de estar na Geografia e, particularmente, diferentes modos de fazer Geografia Física. Numa leitura feita a partir de Portugal e do Brasil, logo necessariamente subjectiva e mesmo ideologicamente condicionada, duas realidades distintas podem ser consideradas: de um lado as geografias portuguesa e brasileira que, com percursos autónomos e relativamente pouco articulados entre si, atingiram o final do século XX numa fase de maturidade teórico-metodológica, com um corpo estável de escolas e de investigadores, que permite actualmente uma profícua cooperação; do outro, as geografias dos países africanos, particularmente de Cabo Verde, Angola e Moçambique, cuja evolução autónoma conta apenas cerca de 40 anos, estando agora em fase de forte desenvolvimento, com formação de quadros de qualidade, aposta na internacionalização e, pelas vantagens da língua, com naturais ligações ao Brasil e a Portugal. Com a presente comunicação pretende-se olhar para a Geografia Física desenvolvida nestes países, compreender as diferenças, explorar as complementaridades e, sobretudo, promover articulações futuras no sentido do desenvolvimento de uma geografia física escrita e falada em português, no quadro internacional.

**Palavras-chave:** Geografia Física; Geossistema; Geomorfologia; Países de língua portuguesa.

### 1. Introdução

Em função das vicissitudes históricas recentes, de distintos enquadramentos geográficos, geoestratégicos, científicos e culturais, de distintos níveis de desenvolvimento económico e, mesmo, de diferentes acessibilidades aos principais fóruns científicos internacionais, quer se trate das principais reuniões científicas, revistas ou redes de universidades, os países de língua portuguesa apresentam uma diferenciação significativa no modo de estar na investigação científica e no ensino de nível superior, tanto no que diz respeito à Geografia como, em particular, à Geografia Física.

Tentamos com este texto lançar um olhar breve e sintético sobre a evolução da Geografia Física que se foi praticando nos países de língua portuguesa, visando compreender a sua situação

actual, particularmente as suas diferenças e pontos de contato, procurando explorar complementaridades e, sobretudo, promover articulações no sentido dum futuro desenvolvimento de uma Geografia Física, escrita e falada em português, que se afirme e ganhe visibilidade no quadro científico internacional.

## **2. Os primórdios: a Geografia Física colonial portuguesa**

Num trabalho de 1992, Raquel Soeiro de Brito estabelece uma síntese dos trabalhos de Geografia realizados nos territórios das colónias portuguesas nos trinta anos antes do 25 de Abril de 1974, síntese a que recorremos, conjuntamente com a de Ilídio do Amaral (1979), para traçar as principais linhas evolutivas relativas à Geografia Física. Naquele período, com o intuito de conhecer e dar a conhecer, sobretudo internamente, os territórios de Cabo Verde, Guiné-Bissau, Angola e Moçambique, foram realizadas missões de trabalho, apresentadas comunicações em reuniões científicas nacionais e internacionais, escritos artigos, defendidas teses de licenciatura e doutoramento. Muitos destes trabalhos tinham um carácter marcadamente monográfico, integrando estudos de Geografia Física e de Geografia Humana, encontrando-se publicados em várias revistas nacionais como a *Garcia de Horta* e a *Finisterra*.

Cabe neste registo referir a expedição pioneira de Orlando Ribeiro à Guiné – Bissau (1947), replicada no início dos anos 60 por Raquel Soeiro de Brito, centradas nos problemas de Geografia Humana deste pequeno país que já então constituía uma “encruzilhada de civilizações”, sem deixarem de dar conta das suas características físicas, designadamente ao nível da geomorfologia, clima e biogeografia.

Estudado no quadro das ilhas atlânticas da Macaronésia (O. Ribeiro, 1954), Cabo Verde foi também palco dos trabalhos de Orlando Ribeiro (1953) sobre as erupções da Ilha do Fogo, de Ilídio do Amaral (1964) sobre aspectos físicos e humanos da Ilha de Santiago, que constitui a sua tese de doutoramento, e de Raquel Soeiro de Brito (1966) sobre as ilhas do Barlavento, Sal, S. Vicente e Santo Antão.

Francisco Tenreiro (1961) deu atenção a S. Tomé, sua ilha natal, utilizando alguns aspectos da sua Geografia Física para estudar essencialmente a ocupação do solo, a economia e a sociologia do arquipélago. Também R. S. Brito (1967) estudou a Ilha do Príncipe.

Como parece lógico, foram os extensos territórios de Angola e de Moçambique os mais procurados para expedições e investigação científica dos geógrafos portugueses. Em Angola e tendo em consideração apenas os estudos de Geografia Física, referimos os trabalhos de Ilídio do Amaral (1970, 1973 a e b, 1974), sobre o deserto de Moçamedes ou sobre os carsos angolanos, e de Mariano Feio, publicados apenas em 1981, sobre o relevo do SW de Angola.

A Geografia Física de Moçambique foi estudada pelo menos, por Alfredo Fernandes Martins e Raquel Soeiro de Brito. Em termos de publicações registre-se o trabalho pioneiro de Martins (1938) sobre o clima de Inhambane e de R. S. Brito (1965) sobre os aspectos físicos gerais do país. Alguns trabalhos desenvolvidos nesta época deram origem, já depois do processo de independência de Moçambique, a importantes trabalhos, como a tese de doutoramento de Maria Eugénia Moreira (1979) sobre os aspectos geomorfológicos do Rio Umbeluzi.

Para além dos trabalhos de Geografia Física acima referidos foram realizados outros trabalhos de Geologia e de áreas científicas afins, cuja enumeração não cabe neste breve texto, mas que funcionaram como suporte e mesmo como incentivo ao conhecimento de Geografia Física dos territórios das colónias portuguesas. Foram mais de 30 anos de investigação, infelizmente nem sempre vertidos em publicações, mas que permitiram não só um conhecimento geográfico básico dos territórios coloniais e a compreensão de processos ambientais do domínio tropical, mas também, sobretudo, permitiram lançar as bases da Geografia Física nestes espaços, abrindo caminho para estudos mais detalhados e desenvolvidos como foram algumas teses de doutoramento que vieram a surgir. Posteriormente à independência dos Países Africanos de Língua Portuguesa (Cabo Verde, Guiné, S. Tomé, Angola e Moçambique), muitos dos seus alunos e futuros geógrafos haveriam de realizar os seus cursos de Geografia em Portugal e no Brasil (além de alguns países do leste europeu), tanto de licenciatura e de mestrado, como de doutoramento, intensificando as relações de ensino e investigação e ajudando a fortalecer os laços duma Geografia, logo também de uma Geografia Física, de expressão portuguesa.

### **3. A Geografia Física em Portugal**

Em Portugal não são muito frequentes os textos de reflexão crítica acerca dos processos de evolução da Geografia enquanto ciência e muito menos os que se referem particularmente à evolução teórica e metodológica da Geografia Física, à delimitação do seu objecto específico, à articulação com outras ciências conexas, bem como à articulação entre os seus estudos mais teóricos e mais aplicados. No entanto, com base em autores como F. Rebelo (1983, 1987, 1991 e 2008), A. Brum Ferreira (1999), A. Gama Mendes e L. Dimuccio (2013), L. Cunha e R. Jacinto (2012) e L. Cunha (2013) é possível traçar algumas ideias gerais.

A primeira é a da influência da escola francesa de Geografia no desenvolvimento e consolidação da Geografia e, particularmente, da Geografia Física portuguesa até finais dos anos 70 do século passado (P. Birot; J. Tricart; A. Reynaud) ou mesmo até um pouco mais tarde (Alain Godard; Jean Noel Salomon; Bernard Valadas; Yvette Veyret), influência que se estendeu mesmo à leccionação em Universidades Portuguesas, sobretudo a partir dos anos 70, de Suzanne Daveau, Nicole Varetta e Denise Brum Ferreira.



Cabe também uma breve referência à influência, ainda que tardia de uma Geografia Física e, sobretudo de uma Geomorfologia quantitativa, das escolas anglo-saxónicas, acompanhada de uma descida ao pormenor na escala de análise, à valorização do estudo dos processos e também à aplicação. Esta entrada foi muito favorecida pela tradução para a língua castelhana dos manuais de Arthur N. Strahler e pelos trabalhos escritos em português por António Christofolletti.

A mudança verificada no Mundo nos últimos vinte e cinco anos, sobretudo a partir da “queda do Muro de Berlim” e da intensificação e generalização do processo de globalização das economias e das culturas teve uma grande repercussão nos modos de fazer Geografia na Europa, no seu valor social e utilitário enquanto ciência, bem como no perfil de emprego dos seus licenciados, mestres e doutores. Acompanhando as tendências europeia e mundial, a Geografia em Portugal vai progressivamente adaptar-se e estudar novos temas, vai especializar-se numa tentativa de ir mais longe na compreensão de problemas mais complexos, vai diversificar-se para poder alcançar os novos problemas de uma sociedade em rápida mudança, vai desenvolver, ou pelo menos utilizar, novas técnicas de análise espacial que permitam aprofundar o estudo, dar-lhe um carácter mais rigoroso e um pendor mais técnico. De uma ciência mais generalista, teórica, com forte pendor cultural e pouco interventiva socialmente, a Geografia dos últimos 40 anos (e, sobretudo, dos últimos 20) especializou-se, diversificou-se e ganhou uma dimensão técnica e aplicada que lhe permite intervir, com aceitação e reconhecimento, sobre os grandes problemas da sociedade, do ambiente e dos territórios do Mundo de hoje. Assim foi, também, claramente com a Geografia Física.

Como reacção aos estudos mais tradicionais de cariz monográfico e algumas vezes com carácter pluridisciplinar, desenvolvem-se trabalhos marcadamente disciplinares e especializados. Esta especialização, imposta também pelos “mercados” de publicação científica, particularmente pelas revistas internacionais de referência, implica não só o domínio de novos métodos e técnicas, bem como de novas linguagens, a incursão em matérias disciplinares de outras ciências e, particularmente, a necessidade ou, pelo menos, a vantagem do trabalho em equipa ou integrado em projecto. Quando falamos de novas técnicas, estamos claramente a falar dos sistemas de Informação Geográfica (SIG's) nas suas diferentes vertentes, desde a construção de simples mapas de descrição e apresentação dos problemas, até modelos mais ou menos complexos para previsão de vários fenómenos geográficos, simulação de comportamentos ou validação de resultados. Mas, para além do domínio dos SIG's, hoje exige-se o conhecimento sobre os modos de aplicação de técnicas comuns nas áreas da Física (ex: datações radiométricas) e da Química (ex: análises de águas e solos), da Estatística (dado o volume e tipo dos dados hoje disponíveis e tratáveis), da Biologia, da Geologia, da Matemática, entre outras. As novas técnicas implicam também novas linguagens e novas aproximações teóricas a

disciplinas próximas da Geografia Física. A especialização combina-se, por vezes de modo quase contraditório, com a abordagem interdisciplinar até porque, nalguns casos, parece existir mesmo uma forte convergência, para não dizer mesmo, uma competição clara, entre temas de trabalho na Geologia, na Agronomia, na Engenharia, na Biologia e os temas de estudo em Geografia Física. Curiosamente, ao mesmo tempo, que se procuram colaborações multidisciplinares externas que valorizem o trabalho do geógrafo físico, monospresam-se, muitas vezes, de forma inadequada e prejudicial, as colaborações internas, particularmente no que à Geografia Humana diz respeito.

Finalmente, os novos estudos de Geomorfologia, Biogeografia, Climatologia e Hidrologia são muito mais exigentes em termos de recursos. Recursos laboratoriais, recursos cartográficos, recursos informáticos e, consequentemente, recursos financeiros. Por isso, se torna quase imprescindível o trabalho em equipa, com aprendizagem de conjunto e com troca de informação, a integração em projectos de investigação em desenvolvimento e, numa escala mais ampla, a inserção dos trabalhos de investigação em unidades de I&D. Haverá duas outras mudanças que, de modo bem perceptível, se fazem já sentir tanto nas teses de mestrado e doutoramento, como nos trabalhos de investigação em geral: uma tem que ver com o aprofundamento da escala espacial dos trabalhos, pela necessidade de aprofundamento teórico e de um minucioso tratamento técnico (laboratorial; estatístico; cartográfico) que tem levado à escolha de áreas relativamente reduzidas, pelo menos para os estudos de Geomorfologia, porventura a área disciplinar em que mais dissertações e artigos de Geografia Física se continuam a fazer. Dos grandes trabalhos assentes em leituras interpretativas e geo-históricas do relevo à escala regional, passou-se para estudos de processos geomorfológicos actuais ou subactuais, lidos ou mesmo monitorizados à escala local. Esta passagem implica também um reforço do trabalho laboratorial e de gabinete face ao trabalho de campo, ainda que este se mantenha como fundamental, pelo menos na fase de recolha de informação. A par com esta tendência, verifica-se uma outra que tem que ver com a maior aplicabilidade dos trabalhos realizados. Assim, a leitura dos sistemas naturais inclui quase sempre uma preocupação com a relevância económica, social e cultural dos fenómenos climáticos, biogeográficos, hidrológicos e geomorfológicos, se optarmos por uma leitura mais separativa da Geografia Física, ou dos fenómenos geossistémicos, ambientais, territoriais ou paisagísticos, se optarmos por uma leitura mais integradora. Em Portugal, os estudos de Geografia Física integrada não são muito frequentes, ainda que, recentemente, o interesse pelas possibilidades de tratamento de informação cartográfica através dos SIG's tenha relançado os estudos acerca da dinâmica das paisagens, muito associada às mudanças de uso do solo decorrentes das transformações económicas, sociais e territoriais dos últimos 40 anos.

No que se refere aos estudos de carácter mais marcadamente disciplinar, seja nas áreas da Geomorfologia, da Climatologia, da Hidrologia e, mesmo, da Biogeografia, ganham terreno os estudos sobre os impactes ambientais de diferentes tipos de actividades humanas sobre a utilização dos elementos naturais como recursos de distintas valorações, sobre o valor cultural dos patrimónios naturais ou sobre os riscos naturais a que a sociedade está sujeita. Este tipo de abordagem marca uma oportunidade de reencontro entre uma Geografia Física e uma Geografia Humana que parecem andar desencontradas. Os estudos sobre os reflexos de alguns aspectos climáticos regionais e locais nas condições de saúde das populações, os estudos de riscos naturais (geomorfológicos, hidrológicos e climáticos) aplicados ao ordenamento e ao planeamento urbanos, os estudos do património natural (biótico e abiótico) articulados com as actividades turísticas são apenas alguns dos exemplos de uma integração Natureza-Sociedade que volta a ser procurada pelos estudos de Geografia Física.

Algumas referências gerais dos estudos de Geografia Física permanecerão apesar das mudanças, dado o seu valor intrínseco na ciência geográfica. Assim, apesar da crescente importância do trabalho laboratorial e de gabinete, permanecerá a importância do trabalho de campo, como fonte de recolha de dados de base, mas também para verificação e monitorização dos modelos teóricos ou aplicados desenvolvidos. Permanecerá também a importância privilegiada da cartografia, como instrumento de análise e como modo de expressão sintética dos resultados da investigação. Ainda que seja muito longo o caminho a percorrer no âmbito dos SIG's, por exemplo no que se refere à capacidade de produção de Cartografia Geomorfológica, esta tecnologia veio re-equacionar, relançar e mesmo revolucionar a relação entre o geógrafo, a Geografia e o mapa, enquanto instrumento privilegiado de trabalho.

#### **4. A Geografia Física no Brasil**

A abordagem da construção da Geografia Física no Brasil está sustentada em algumas leituras, particularmente em Monteiro (1980), Conti (2002), Vitte (2008) e Barros (2007). Estes autores se valeram das publicações dos Anais dos Congressos Nacionais de Geógrafos, das informações colhidas nos arquivos do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, na Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, na Revista da Sociedade de Geografia do Rio de Janeiro e no Boletim Geográfico, sendo estas duas últimas editadas pelo Conselho Nacional de Geografia.

Monteiro (1980) realizou uma avaliação das discussões ocorridas no seio da Geografia no Brasil, no período de 1934 até 1977. O autor realizou uma periodização na evolução da pesquisa geográfica no Brasil a partir de 1934, tomando por base o levantamento da produção contida nos Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros, que além de ser um organismo aglutinador da comunidade de pesquisadores, tem um carácter nacional. Como é um organismo aberto a todos os geógrafos das diferentes regiões, a produção contida nestes Anais é estimada como capaz de

espelhar a produção geográfica no país. Outros elementos utilizados pelo autor foram as Revistas de Geografia editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística a partir de 1939 e o acervo de teses defendidas no antigo Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, a partir de 1944. O autor relata que a Geografia brasileira teve influência direta de pesquisadores europeus, tais como: Pierre Monbeig (1908-1987), Francis Ruellan (1894-1975), Léo Waibel (1888-1951), Pierre Deffontaines (1894-1978) e Jean Tricart (1920-2003), entre outros. Porém não se pode deixar de lado a contribuição indireta de pesquisadores brasileiros de áreas afins, tais como Caio Prado Júnior (1907-1990), Roberto Simonsen (1889-1948), Sérgio Milliet (1898-1966) e Arthur Ramos (1903-1949).

Algumas instituições como as Universidades, o Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e a Associação dos Geógrafos Brasileiros, além dos eventos científicos ligados à área, tiveram grande influência sobre a evolução do pensamento geográfico brasileiro, pois foram instituições responsáveis por publicações, organização de debates e outros eventos que contribuíram para explicitar o debate acadêmico em torno de uma epistemologia geográfica.

Até ao final da década de setenta do século XX, os principais eventos de nível nacional, que reuniam os geógrafos, foram os Congressos Brasileiros de Geógrafos e Encontros Nacionais de Geógrafos. A partir da década de oitenta do século XX, além destes, começaram a ser realizados outros eventos que tratam a Geografia por segmentos, sendo que a Geografia Física ficou representada por dois grandes e importantes eventos: o Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e o Encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio Ambiente. Vale ressaltar que nos eventos promovidos pela Associação dos Geógrafos Brasileiros (Congresso Brasileiro de Geógrafos e os Encontro Nacional de Geógrafos), pela Associação Brasileira de Climatologia (Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica), pela União Brasileira de Geomorfologia (Simpósio Nacional de Geomorfologia), além do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada (realizado por instituições de ensino e pesquisa), em suas últimas edições, a quantidade de participantes, bem como a quantidade de trabalhos inscritos e apresentados demonstram o crescente interesse por parte dos profissionais da Geografia, da Geografia Física e de áreas afins em participarem nos eventos, divulgando suas pesquisas, conforme pode ser verificado nos Anais dos referidos eventos, além de serem espaços para trocas de informações.

A Geografia produzida até a década de sessenta do século XX poderia ser chamada de descritivo-explicativa, uma vez que os trabalhos eram produzidos com uma preocupação muito local, mediante análises de áreas pequenas e descrição de paisagens, quase sempre sem uma preocupação de generalização, de correlação de causa - efeito, situando os problemas nacionais num plano internacional e dando à Geografia um valor meramente cultural, conforme relata Andrade (1977).

A década de setenta do século XX foi marcada pela realização de trabalhos concentrados nas áreas de Geomorfologia e de Climatologia, demonstrando predomínio da análise geossistêmica neste período, com forte influência das Geografias Russa, Francesa e Alemã.

A Geografia das décadas de oitenta e noventa do século XX poderia ser chamada de “Ambientalista”, tendo em vista a crescente conscientização da população com a preservação do ambiente e a preocupação dos pesquisadores em produzir trabalhos voltados para a problemática ambiental. A década de oitenta do século XX foi marcada, também, pelo início de eventos dedicados à Geografia Física, como os Simpósios Brasileiros de Geografia Física Aplicada e os Encontros Nacionais de Estudos Sobre o Meio Ambiente, entre outros, que criaram oportunidade para que a comunidade de pesquisadores brasileiros, dedicada aos estudos da Geografia Física pudesse se reunir e debater os assuntos específicos da área.

O desenvolvimento de novas técnicas e a interdisciplinaridade parecem ter influenciado os geógrafos físicos a participarem em eventos ligados a outras áreas, deixando de participar dos eventos organizados pela Associação dos Geógrafos Brasileiros. Além destes aspectos muitos geógrafos físicos se sentiram excluídos dos eventos promovidos pela Associação dos Geógrafos Brasileiros, principalmente no final da década de setenta e início da década de oitenta do século XX, devido ao surgimento da chamada Geografia Crítica, o que influenciou, também, o aparecimento de eventos científicos destinados especificamente aos geógrafos físicos.

Nunca é demais lembrar que enquanto na década de 40 as preocupações temáticas estavam voltadas para uma qualificação do espaço brasileiro, na tentativa de se construir uma visão simbólico-científica da natureza no Brasil, onde os grandes temas tratados diziam respeito a uma apresentação geral e primeiras impressões das viagens de campo para reconhecimento das regiões, na década de 50 os trabalhos passam a ser mais especializados e percebe-se já claramente a tendência de especialização nas pesquisas de Geografia Física (Mendonça, 1999). É assim que a meteorologia e a climatologia passam, cada vez com maior força a delimitar o seu objeto no sentido de definição de critérios metodológicos e técnicos, bem como definindo os principais eventos empíricos do clima (precipitação, temperatura, frentes, ritmos, tipos de tempo) que deveriam ser estudados no Brasil e que poderiam ser utilizados nos processos de correlação com o desenvolvimento econômico e social do Brasil (Sant’Anna Neto, 2001).

Vitte (2008) a partir da análise da produção da Geografia Física brasileira em vinte e dois periódicos de Geografia, conclui que:

a) A maior produção percentual de artigos de geografia física no Brasil, ocorreu nas décadas de 40, 50, 60 e 70 que, historicamente, estão associadas ao processo de desenvolvimento territorial, onde houve forte participação do Estado-Nação;

b) A Geografia Física no Brasil foi produzida essencialmente a partir de uma razão de Estado, cujo objetivo era a apropriação da natureza e com isto instrumentalizar o processo de acumulação capitalista;

c) A partir do final dos anos 40 e com maior intensidade nos anos 50, as várias disciplinas da Geografia Física, como a Climatologia, a Geomorfologia e a Biogeografia se especializam, cada qual com a definição epistemológica e metodológica de seu objeto, de suas técnicas e principalmente na construção das causalidades que influenciam o desenvolvimento de seus respectivos objetos regionais;

d) Das disciplinas da Geografia Física, a Geomorfologia e a Climatologia são aquelas que se especializam mais rapidamente e com mais intensidade, tanto assim, que a partir dos anos setenta, elas são capturadas pela Geologia e pela Meteorologia, respectivamente;

e) O surgimento da questão ambiental e a consideração sobre os limites do desenvolvimento capitalista no que diz respeito às relações ser humano-natureza, associadas as revoluções na física quântica, acabam por esfacelar os corolários positivistas que sustentavam as pesquisas em Geografia, e na Geografia Física em particular, havendo assim um repensar sobre o objeto de pesquisa, com muitas incertezas metodológicas. Facto que cada vez mais empurra a discussão sobre as bases filosóficas da Geografia e da Geografia Física em particular e suas relações com as ciências humanas e cognitivas.

Num processo muito semelhante ao ocorrido em Portugal, o que se observa atualmente é uma forte especialização nas disciplinas *core* da Geografia física e isto leva-nos a questionar, por exemplo, se haverá uma Geomorfologia geográfica, ou se, pelo contrário, dada a crise da Ciência Moderna e a aproximação da Geomorfologia à Geologia Estrutural e do Quaternário, a mesma já não se configurará uma nova ciência, com uma lógica explicativa e argumentativa própria e um objeto próprio.

## **5. A Geografia nos países africanos de língua portuguesa**

A investigação em Geografia Física dos Países Africanos de Língua Portuguesa ainda permanece relativamente desconhecida entre as comunidades geográficas dos restantes países que comunicam no mesmo idioma. Por um lado, a institucionalização da Geografia ocorreu, nestes países, relativamente tarde e não generalizada; por outro lado, a instabilidade subsequente às independências, que foi particularmente grave e conflituosa nos casos de Moçambique e de Angola, dificultou tanto a evolução e o desenvolvimento normal das ciências como a inserção dos geógrafos destes jovens países nas diferentes redes que se iam formando no seio da comunidade geográfica internacional.

Se as relações entre as escolas de Geografia de Portugal e do Brasil se têm intensificado, as relações com os PALOP têm sido muito mais tímidas, resumindo-se a iniciativas pontuais. Embora não seja fácil descrever com precisão e detalhe o estado da arte da Geografia Física de Cabo Verde, de Angola e de Moçambique, é possível testemunhar, a partir dum acompanhamento relativamente próximo dos trabalhos realizados no âmbito da Geografia Física em Cabo Verde, o desenvolvimento de trabalhos de investigadores caboverdeanos, algumas vezes através da de dissertações de mestrado (por exemplo, Monteiro (2007), Correia (2008), Lopes (2010) e Goth (2014) bem como em trabalhos de cooperação delas decorrentes (ex: Correia, 2011; Monteiro e Cunha, 2011). Destacam-se também alguns trabalhos de investigadores portugueses no arquipélago, tais como os trabalhos de Costa (2002) e de Ferreira (1985 e 1986). Nos últimos anos a relação com o Brasil intensificou-se, o que trouxe à Geografia Física de Cabo Verde uma maior preocupação com abordagens holísticas e geossistémicas, ligadas aos estudos sobre ambiente, desenvolvimento sustentável e desertificação (Semedo, 2011 e 2012; Oliveira et al., 2012). A relação com as Geografias Físicas de Angola e de Moçambique, embora mais débil, tem-se materializado na orientação de dissertações de mestrado e de teses de doutoramento ou através da participação em alguns eventos científicos, tanto em Portugal como no Brasil.

Resultam deste breve olhar dois comentários: 1) estamos perante uma cooperação científica que importa aprofundar a partir de múltiplas parcerias que se venham a estabelecer, permitindo uma melhor e mais eficaz integração dos geógrafos dos diferentes países nas redes de investigação geográfica já existentes; 2) urge aproveitar a diversidade de contextos naturais e humanos dos PLP, repartidos por vários continentes de diferentes latitudes, para concretizar estudos comparativos que permitam debater conceitos e aferir metodologias e técnicas de análise.

Existe, pois, um longo caminho a percorrer no aprofundamento destas relações de cooperação de modo a que se desenvolva uma verdadeira Comunidade de Geógrafos dos Países de Língua Portuguesa

## **6. Conclusões**

Diferentes percursos na segunda metade do século XX, diferentes contactos e influências científicas internacionais, diferentes recursos materiais e humanos, fizeram do ensino superior e da investigação em Geografia nos países europeus, americanos e africanos de língua portuguesa, realidades distintas. Das leituras mais geossistémicas, em regra ligadas ao estudo da Dinâmica Ecológica da Paisagem, do Ambiente e do Ordenamento, às leituras mais analíticas, disciplinares e especializadas da Natureza nos campos da Geomorfologia, Climatologia, Hidrologia e Biogeografia, como que se vão tentando pontes com as Ciências da Terra, do Ar, da Água e da Vida, dos trabalhos mais teóricos aos trabalhos mais práticos e aplicados, no

âmbito da análise de riscos naturais, da gestão dos recursos naturais e da avaliação de impactes ambientais, dos trabalhos com base nas observações de campo, aos trabalhos de modelação e de cartografia automática com base em Sistemas de Informação Geográfica, muitas são as diferenças conceptuais, metodológicas e utilitárias da Geografia Física desenvolvida nas diferentes escolas destes países.

Acreditamos que estas diferenças, mas também os muitos pontos de convergência existentes, permitirão abrir portas a uma cooperação eficaz e enriquecedora, com vista ao desenvolvimento de uma investigação conceptualmente plural, mas com identidade própria, capaz de projectar o trabalho em Geografia Física dos países de língua portuguesa no quadro internacional.

## 7. Bibliografia

- Amaral, I. (1964). *Santiago de Cabo Verde: A Terra e os Homens*. Junta de Investigação do Ultramar, Col. Memórias (48). Edição de 2007 pela Associação das Universidades de Língua Portuguesa.
- Amaral, I. (1970). Aspectos do relevo do noroeste de Angola entre os rios Loge e Cuanza. *Curso de Geologia do Ultramar*, 2, 67-80.
- Amaral, I. (1973a). Contribuição para o conhecimento do “karst” ou carso de Nova Caipemba no Noroeste de Angola. *Garcia da Orta: Série de Geografia*, 1 (2), 1-28.
- Amaral, I. (1973b). Notas sobre o “karst” ou carso do planalto da Humpara (Huíla) no sudoeste de Angola. *Garcia da Orta: Série de Geografia*, 1 (2), 29-42.
- Amaral, I. (1974a). Alguns aspectos geomorfológicos do litoral da Ilha de Santiago (Arquipélago de Cabo Verde). *Garcia da Orta: Série Geografia*, 2 (1), 19-28.
- Amaral, I. (1974b). A propósito das formas escavadas em leitos fluviais e em vertentes graníticas no deserto de Moçamedes. *Garcia da Orta: Série Geografia*, 2 (1), 1-18.
- Amaral, I. (1979). *A “escola geográfica de Lisboa” e a sua contribuição para o conhecimento geográfico das regiões tropicais*. CEG, Estudos de Geografia das Regiões Tropicais, Lisboa, 1.
- Andrade, M. C. (1987). *Caminhos e descaminhos da geografia*. Campinas, Papirus.
- Barros, Marcos S. (2007). *Geografia Física: balanço da sua produção em eventos científicos no Brasil*. Tese de Doutorado. São Paulo, FFLCH/USP.
- Brito, R. S. (1965). Aspectos geográficos de Moçambique. In: *Moçambique: curso de extensão universitária: ano lectivo 1964-1965*, Instituto Superior de Ciências Sociais e Política Ultramarina. Lisboa, ISCSPU, 11-34.
- Brito, R. S. (1966). Guiné, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe : alguns aspectos da terra e dos homens. In: *Cabo Verde, Guiné, São Tomé e Príncipe: curso de extensão universitária: ano lectivo 1965-1966*, Lisboa, ISCSPU, 13-46.
- Brito, R. S. (1967). A ilha do Príncipe. *Geographica, Revista da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 10, 3-19.
- Brito, R. S. (1992). Trinta anos de estudos de Geografia nos territórios do ex-Ultramar português (1944-74), *Inforgo - Portugal e a Geografia Portuguesa* (4), 71-94.
- Conti, J. B. (2002). *A Geografia Física e as relações sociedade/natureza no mundo tropical*, 2. ed. – São Paulo, Humanitas Publicações – FFLCH/USP, 36 p.
- Correia, R. B. (2008). *Modelação cartográfica em ambiente SIG da susceptibilidade à erosão hídrica dos solos. O caso da Bacia da Rib<sup>a</sup> dos Picos (Santiago – Cabo Verde)*. Diss. Mestrado, Univ. Coimbra.
- Correia, R. B. (2011). Erosão hídrica e Agricultura na ilha de Santiago. Um olhar geográfico na perspectiva da teoria dos riscos. *Iberografias, Interioridade/Insularidade, Despovoamento/De-*



- sertificação - Paisagem, Riscos Naturais e Educação Ambiental em Portugal e Cabo Verde*. Centro de Estudos Ibéricos, 159-176.
- Costa, F. E. L. (2002). *Evolução geomorfológica quaternária e dinâmica actual na bacia da Ribeira Seca (Santiago oriental – Cabo Verde)*. Diss. equivalente a doutoramento, Lisboa, IICT, 270 p.
- Cunha, L. (2013). Doutoramentos em Geografia Física no século XXI. *Inforgo*, 25, 85-89.
- Cunha, L., Jacinto, R. (2012). O Brasil na Universidade de Coimbra. Um diálogo de Geografias. In *A Universidade de Coimbra e o Brasil. Percorso inconobibliográfico*. Coimbra, Imprensa da Universidade de Coimbra, 61-70.
- Feio, M. (1981). *O relevo do sudoeste de Angola: estudo de geomorfologia*. Junta de Investigações Científicas do Ultramar, 326 p.
- Ferreira, A. Brum (1999). Investigação em Geomorfologia. Perspectiva histórica e orientações actuais. In *Encontros de Geomorfologia*. FCT, Coimbra, 9-29.
- Ferreira, D. Brum (1985). La crise climatique actuelle dans l'archipel du Cap Vert. Quelques aspects du problème dans l'île de Santiago. *Finisterra*, Lisboa, 25 (49), 191-199.
- Ferreira, D. Brum (1985). *Étude sur la sécheresse dans l'île de Santiago (Cap Vert)*. Lisboa, CEG, Linha de Acção de Geografia Física, 23.
- Gama, A. e Dimuccio, L. A. (2013). Geografia – a construção de uma identidade. In Lourenço, L. e Mateus, M. – *Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos – Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Coimbra, Dep. Geografia, FLUC, 779-795.
- Goth, Belmira (2014). *Geopatrimónio da Ilha de S. Nicolau. Valorização geoturística*. Diss. Mestrado, Univ. Coimbra.
- Lopes, Ermelinda (2010). *Mulheres e ambiente. A problemática da apanha de inertes na Ilha de Santiago (Cabo Verde)*. Diss. Mestrado, Univ. Coimbra.
- Lopes, M. Eugénia (1979). *A bacia do Rio Umbelúzi, Moçambique: estudo geomorfológico*, Diss. Doutoramento, Lisboa, 2 vol.
- Martins, F. (1938). Clima de Inhambane, *A Terra: revista portuguesa de geofísica*, 32, 12-37.
- Mendonça, F. A. (1989). *Geografia Física: ciência humana?* SP, Contexto.
- Monteiro, C. F. (1980). *A Geografia no Brasil (1934-1977): Avaliação e Tendências*. Série Teses e Monografias, 37, IG/USP.
- Monteiro, S. e Cunha, L. (2011). Cheias rápidas em Cabo Verde. Um breve apontamento acerca das tempestades de Setembro de 2009 na Ilha de S. Nicolau. *Iberografias, Interioridade/Insularidade Despovoamento/Desertificação Paisagem, Riscos Naturais e Educação Ambiental em Portugal e Cabo Verde*. Centro de Estudos Ibéricos, 135-158.
- Monteiro, Sílvia (2007). *Riscos Naturais e vulnerabilidade do concelho da Ribeira Grande /Santo Antão – Cabo Verde*. Diss. Mestrado, Univ. Coimbra.
- Oliveira, V., Gomes, I., Baptista, I. e Rabelo, L. (orgs; 2012). *Cabo Verde, análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semi-áridas*. Fortaleza, UFC.
- Rebelo, Fernando (1983). A Geografia Física em Coimbra. Contribuições para o conhecimento da vida e da obra do Professor Doutor Alfredo Fernandes Martins. *Biblos*, LIX, 62-83.
- Rebelo, Fernando (1987). Importância da escola geográfica de Coimbra para o conhecimento orográfico e hidrográfico de Portugal. *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 6, 17-26.
- Rebelo, Fernando (1991). Desenvolvimento da teoria e dos métodos da Geografia Física portuguesa ao longo do século XX. *Actas, ponencias y comunicaciones do V Colóquio Ibérico de Geografia*, Leon, 105-120.
- Rebelo, Fernando (2008). *A Geografia Física de Portugal na vida e obra de quatro professores universitários – Amorim Girão, Orlando Ribeiro, Fernandes Martins e Pereira de Oliveira*. Minerva Coimbra.
- Ribeiro, O. (1953). As erupções do Fogo e a vida da Ilha. In *Cabo Verde, Boletim de Propaganda e de Informação*, 41, Praia.

- Ribeiro, O. (1954). As ilhas atlântidas. *Naturalia*, Revista de Divulgação de Biologia e História Natural, Lisboa, 4 (3), pp. 108-116.
- Sant'Anna Neto, J. L. (2001). Por uma geografia do clima: antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. *Terra Livre*, SP, n. 17, 49-62.
- Semedo, J. M. (2011). Insularidade, desertificação e gestão dos recursos naturais. *Iberografias, Interioridade/Insularidade Despovoamento/Desertificação Paisagem, Riscos Naturais e Educação Ambiental em Portugal e Cabo Verde*. Centro de Estudos Ibéricos, 117-134.
- Semedo, J. M. (2012). Evolução histórica da desertificação em Cabo Verde. In Oliveira et al. - *Cabo Verde, análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semi-áridas*. Fortaleza, UFC, 65-78.
- Tenreiro, F. (1961). *A Ilha de São Tomé (Estudo Geográfico)*. Junta de Investigações do Ultramar (Coleção "Memórias"), 1961.
- Vitte, A. C. (2008). A Geografia Física no Brasil: um panorama quantitativo a partir de periódicos nacionais (1928-2006). *Revista da ANPEGE*, 4.



## MONITORAMENTO DE VOÇOROCA POR MEIO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL E TOPOGRAFIA

A. B. Francisco<sup>(a)</sup>, J. T. G. Tommaselli<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista  
alysonbueno@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista  
tadeu@fct.unesp.br

### Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar a dinâmica espacial e temporal da erosão de rebordo numa voçoroca localizada no perímetro urbano da cidade de Rancharia, Estado de São Paulo, Brasil. No monitoramento dessa voçoroca foi aplicado o método das estacas, com apoio topográfico realizado a partir do georreferenciamento de marcos com o emprego de receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Após o monitoramento realizado de forma mais concentrada nos meses de dezembro, fevereiro e abril, foi constatado a existência de locais onde a erosão de rebordo avançou mais de 1,2 m em 16 meses. Foi elaborada uma carta da distribuição espacial da erosão de rebordo para orientar as análises geográficas da dinâmica dessa erosão linear.

**Palavras chave:** erosão, voçoroca, análise espacial e temporal.

### 1. Introdução

A erosão de solos tornou-se um problema ambiental e social no Sudeste brasileiro. A perda acelerada do solo se agravou devido à implantação de monoculturas sem práticas conservacionistas, principalmente entre as décadas de 1940 a 1980; ao regime de chuvas concentradas nos climas tropicais e a existência de solos arenosos suscetíveis à erosão. Além dos impactos causados no meio rural, a perda acelerada de solos ocorre em inúmeras cidades do Estado de São Paulo em função do desenvolvimento de voçorocas ocasionadas pelo direcionamento inadequado das águas pluviais pelos sistemas de drenagem urbana.

As voçorocas (ou boçorocas) são formas erosivas de grande porte e originadas pelo aprofundamento de ravinas ou por erosão subsuperficial que ao aprofundarem seus canais atingem o nível do freático, possuindo as paredes íngremes e o fundo plano com seção transversal em forma de “u” (ROSSATO et al., 2008).

As voçorocas, além da expressiva quantidade de perda de solo que contribui com o assoreamento de cursos d’água, representam sérios riscos às moradias e a infraestrutura se localizadas em áreas urbanas. Assim, torna-se importante o monitoramento destas formas erosivas lineares para evitar futuras catástrofes e garantir a adequada ocupação do entorno.

De acordo com Guerra (2005: 34) “[...] as voçorocas são formas resultantes de processos erosivos acelerados que evoluem no tempo e no espaço”.

Neste sentido, para Poesen (2011) as voçorocas são passíveis de monitoramento por meio de técnicas de topografia e geoprocessamento, com necessidade de análise de sua dinâmica espacial e temporal com vistas ao planejamento do controle da erosão.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é analisar a dinâmica espacial e temporal da erosão linear numa voçoroca por meio das mensurações realizadas em campo.

## 2. Área de estudo

A voçoroca do Córrego do Grito está localizada no perímetro urbano da cidade de Rancharia (Figura 01), possuindo uma área de aproximadamente 15.000 m<sup>2</sup>, com cerca de 400 metros de comprimento, largura média de 40 metros e profundidade que oscila de 06 metros a 12 metros.

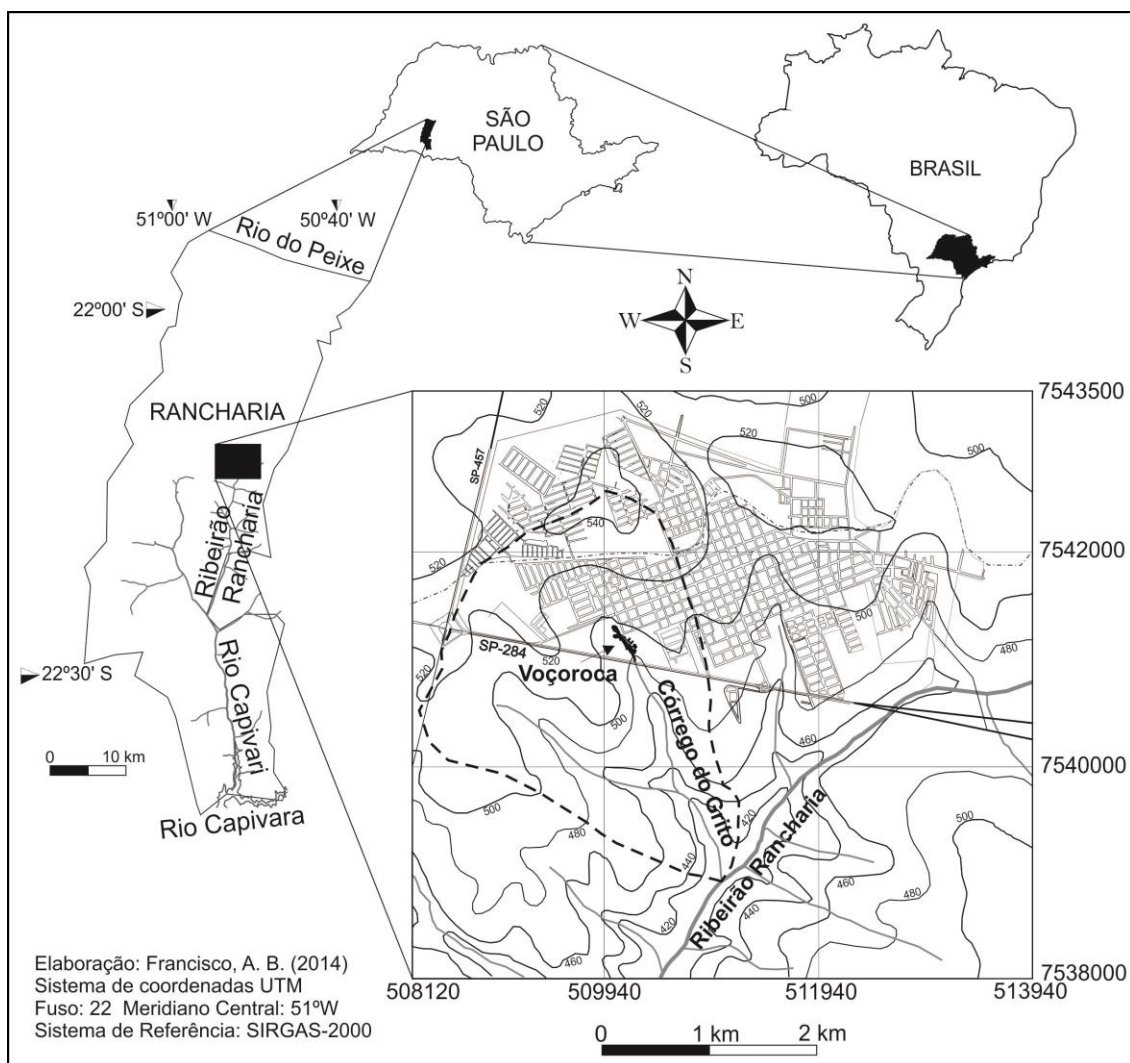


Figura 01 – Mapa de localização da voçoroca do Córrego do Grito, no entorno da área urbana de Rancharia.

O substrato geológico da área é constituído por arenitos da Formação Adamantina com a presença de cimentação carbonática, que estabelece uma condição de maior resistência à erosão geológica com a presença de superfícies de cimeira alinhadas de forma descontínua, presença de depósitos correlativos quaternários nas médias e baixas vertentes e depósitos tecnogênicos gerados pelas condições de uso da terra (OLIVEIRA, 1994).

O relevo é caracterizado pelo predomínio de colinas amplas com a presença de declividades mais acentuadas nos trechos com morros de substrato geológico mais resistente, e vertentes convexas com rupturas de declive que delimitam os fundos de vale. Esta morfologia do relevo local é marcada pela presença de cabeceiras de drenagem em formatos de anfiteatros com áreas propícias ao elevado gradiente hidráulico subterrâneo (OLIVEIRA, 1994).

Os solos predominantes na microbacia do Córrego do Grito são o Latossolo Vermelho, o Argissolo Vermelho-Amarelo nas médias e baixas vertentes e a presença de Neossolo Litólico nos fundos de vale (OLIVEIRA, 1994).

Em relação aos aspectos climáticos, segundo Boin (2000), Rancharia está localizada numa área com pluviosidade anual média 1.350 mm, dos quais 450 mm ocorrem no verão, e a erosividade média das chuvas anuais é da ordem de 7.500 MJ.mm/h/ha.

### **3. Procedimentos metodológicos**

O monitoramento da erosão de rebordo de uma parcela da área da voçoroca foi feito através da mensuração das distâncias de recuo de borda da voçoroca por meio do método das estacas, conforme proposta metodológica de Guerra (2005).

Para garantir o georreferenciamento dos dados coletados com a acurácia compatível com o avanço das bordas da voçoroca, foram fixados quatro marcos no solo e com o auxílio de receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*) foram determinadas suas coordenadas geodésicas. Após duas horas de coleta de dados, estes foram pós-processados e referenciados à estação geodésica fixa localizada em Presidente Prudente, Estado de São Paulo, aproximadamente 54 quilômetros da área de estudo.

Para a realização do levantamento topográfico das distâncias de recuo de borda foram fixadas no solo 23 estacas de vergalhão respeitando uma distância de 10 m das rupturas de declive (rebordo). Para obter os dados de monitoramento foi aplicado o procedimento topográfico das irradiações por meio do emprego de uma estação total topográfica. Para garantir a coleta do mesmo ponto de amostragem durante as visitas posteriores ao campo, a estação total é fixada nos marcos ou estacas com coordenadas conhecidas e a mira (prisma) é orientada na direção da estaca de vergalhão e de acordo com um azimuth definido na primeira visita a campo.

Em gabinete, os dados da estação total são processados no aplicativo Topograph que podem ser analisados nos aplicativos CAD (*Computer Aided Design*). A partir das coordenadas dos pontos é possível mensurar diferenças das distâncias obtendo-se as variações do avanço da erosão de rebordo.

Na seleção da área da voçoroca a ser monitorada foram adotados os critérios de exclusão das áreas com presença de resíduos sólidos e materiais de depósitos induzidos pela interferência nas condições pedológicas superficiais; e inclusão das áreas que favoreceram a expansão da voçoroca nos últimos 20 anos com destaque para a formação de ravinas na margem esquerda.

Em relação aos intervalos de monitoramento, foi adotado o critério de meses com maiores índices pluviométricos com um intervalo de dois meses entre estes (dezembro, fevereiro e abril). Como o início do monitoramento ocorreu no mês de setembro, este mês foi adotado como padrão de mensuração anual.

#### 4. Resultados e discussão

A tabela 01 mostra os dados sobre o avanço da erosão de rebordo durante o período de monitoramento.

Tabela 01 – Variações de distâncias dos pontos de monitoramento da voçoroca.

Pontos	Coordenadas UTM / Azimute		Variação das distâncias (m)						$\Sigma$
			Dez. 2014	Fev. 2015	Abr. 2015	Set. 2015	Dez. 2015	Fev. 2016	
A	510065,65	7541141,15	0,15	0,08	0,04	0,11	0,16	0,06	0,60
	290°								
B	510085,70	7541127,70	0,07	0,05	0,00	0,06	0,09	0,05	0,32
	180°								
C	510112,06	7541123,20	0,09	0,07	0,04	0,05	0,11	0,08	0,44
	270°								
D	510116,72	7541108,07	0,12	0,10	0,06	0,10	0,14	0,12	0,64
	230°								
E	510220,42	7541097,15	0,05	0,03	0,00	0,04	0,07	0,04	0,23
	30°								
F	510229,60	7541104,77	0,12	0,10	0,06	0,10	0,14	0,08	0,60
	320°								
G	510224,43	7541085,50	0,06	0,04	0,00	0,05	0,08	0,04	0,27
	150°								
H	510235,67	7541070,20	0,08	0,10	0,05	0,10	0,09	0,10	0,52
	330°								
I	510254,80	7541071,00	0,14	0,12	0,08	0,12	0,15	0,14	0,75
	45°								
J	510249,90	7541063,34	0,10	0,00	0,00	0,08	0,12	0,05	0,35
	150°								

Tabela 01 – Variações de distâncias dos pontos de monitoramento da voçoroca (continuação).

Pontos	Coordenadas UTM / Azimute		Variação das distâncias (m)						Σ
			Dez. 2014	Fev. 2015	Abr. 2015	Set. 2015	Dez. 2015	Fev. 2016	
K	510241,36	7541049,38	0,12	0,07	0,06	0,08	0,12	0,08	0,5 3
	35°								
L	510263,21	7541058,43	0,04	0,02	0,00	0,05	0,05	0,00	0,1 6
	55°								
M	510251,06	7541030,44	0,22	0,25	0,15	0,20	0,25	0,22	1,2 9
	15°								
N	510260,00	7541019,45	0,08	0,06	0,04	0,05	0,10	0,08	0,4 1
	70°								
O	510240,56	7541019,04	0,18	0,10	0,06	0,12	0,20	0,10	0,7 6
	90°								
P	510246,02	7541003,81	0,21	0,23	0,17	0,20	0,20	0,20	1,2 1
	345°								
Q	510247,95	7540995,02	0,17	0,09	0,06	0,14	0,10	0,10	0,6 6
	75°								
R	510240,98	7540991,27	0,16	0,08	0,08	0,10	0,15	0,08	0,6 5
	130°								
S	510215,70	7540992,90	0,15	0,11	0,07	0,12	0,18	0,10	0,7 3
	90°								
T	510209,95	7540999,50	0,22	0,25	0,18	0,20	0,20	0,22	1,2 7
	250°								
U	510199,48	7541009,95	0,17	0,18	0,10	0,15	0,18	0,18	0,9 6
	270°								
V	510190,20	7541026,30	0,28	0,21	0,18	0,16	0,30	0,22	1,3 5
	240°								
W	510170,30	7541028,63	0,12	0,15	0,12	0,10	0,15	0,12	0,7 6
	245°								
Índices pluviométricos (mm)			567,8	415,2	186,6	446,2	604,4	421,4	

Neste monitoramento ocorreram variações maiores que 0,65 m em 10 pontos. No ponto I a montante de uma ravina; nos pontos M, O e P associados ao trecho de uma ravina instável; no ponto R na ruptura de declive de um talude com o canal de escoamento na base; e nos pontos S, T, U, V e W localizados na margem direita da voçoroca. Os pontos M, P, T e V apresentaram uma variação total superior a 1,2 m.

Na análise das variações das distâncias os pontos foram agrupados cinco setores: setor 1 (pontos de A ao D), setor 2 (pontos de E ao G), setor 3 (pontos de H ao L), setor 4 (pontos de M ao R) e setor 5 (pontos de S ao W).



O gráfico da figura 2 mostra as médias das variações das distâncias nos setores de monitoramento. O setor 5 apresenta as médias mais elevadas com uma média de 0,17 m de variação no total do período de 16 meses.

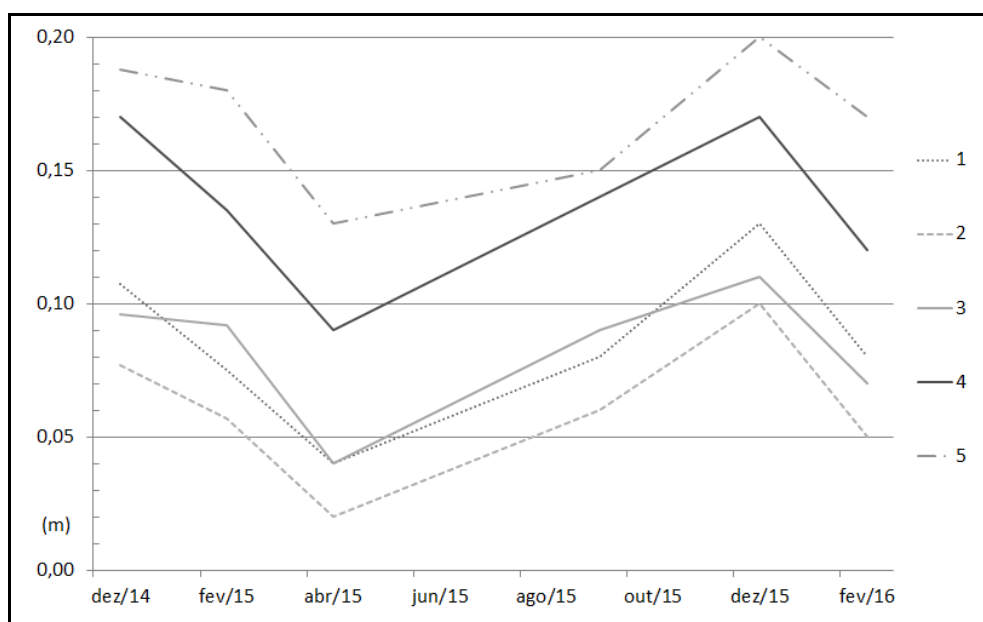


Figura 02 – Médias das variações dos avanços de erosão de rebordo por setores. Org.: Francisco, A. B. (2016).

A carta da figura 03 mostra a distribuição espacial das variações de distância durante o monitoramento da erosão de rebordo.

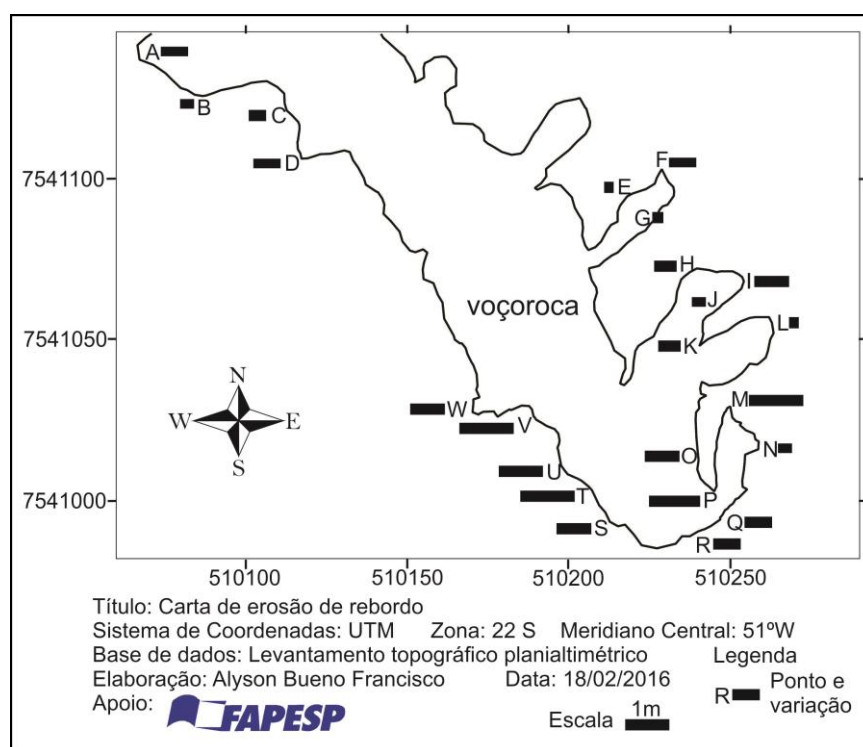


Figura 03 – Distribuição espacial dos avanços de erosão de rebordo.

No setor de monitoramento da voçoroca foi constatada uma perda de área de aproximadamente 244 m<sup>2</sup>, durante os 16 meses de monitoramento. Ao considerar que a perda de solo por erosão de rebordo ocorre com mais intensidade numa profundidade média de 3 m, o volume de solo erodido durante o monitoramento foi de aproximadamente 723 m<sup>3</sup>. Considerando a densidade do solo na área monitorada em 1,53 t/m<sup>3</sup>, conforme dados apresentados por Oliveira (1994), estima-se um total de aproximadamente 1.120 t de solo erodido.

A dinâmica da erosão de rebordo pode ser relacionada com as características pedológicas. Nesta área de monitoramento, onde foram apresentados os maiores avanços na erosão de rebordo (acima de 1,2 metros), o horizonte B apresentou composição textural de 91,3% de areia, 6,4% de argila e 3,4% de silte; e 0,011 cm.s<sup>-1</sup> de condutividade hidráulica saturada (FRANCISCO, 2011). Em relação aos pontos onde foram apresentados avanços de rebordo menores que 0,7 metros, o horizonte B apresentou composição textural de 75,5% de areia, 19,4% de argila e 5,0% de silte; e condutividade hidráulica de 0,0086 cm.s<sup>-1</sup> (FRANCISCO, 2011).

## **5. Considerações finais**

A partir do monitoramento da erosão linear com emprego de sistema de posicionamento global e topografia é possível obter dados espaciais e temporais que favorecem a compreensão da dinâmica deste tipo de erosão de solos, a cartografia de detalhe com informações georreferenciadas e a possibilidade de estimativas de perda de solos por métodos diretos por meio de dados empíricos.

A espacialização dos dados sobre o avanço da erosão linear garante a análise da dinâmica do voçorocamento considerando que existem setores da voçoroca com estágio mais ativo de evolução sendo estes relacionados às características pedológicas como composição textural e condutividade hidráulica saturada.

Os resultados da análise da dinâmica espacial e temporal apresentam uma especificidade em relação ao desenvolvimento da voçoroca do Córrego do Grito devido avanço da erosão linear na porção a jusante, sendo que a literatura científica apresenta inúmeros casos de desenvolvimento a montante no voçorocamento.

A delimitação das áreas com maiores índices de erosão de rebordo favorece a indicação de técnicas adequadas para o controle do processo erosivo, como a implantação de barramentos em sulcos erosivos e ravinas pouco profundas para impedir o desenvolvimento dos escoamentos concentrados em eventos de chuvas concentradas.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelos recursos oriundos do processo nº 2013/05664-4 que fomentam a bolsa de doutorado de Alyson Bueno Francisco com projeto intitulado “A erosão de solos em periferias de áreas urbanas: a drenagem urbana, as formas erosivas e deposicionais na microbacia do Córrego do Grito, Rancharia-SP”, sendo este projeto fomentado pela FAPESP em convênio com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## 7. Referências

- Boin, M. N. (2000) *Chuvas e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada*. Tese de Doutorado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 264f.
- Francisco, A. B. (2011) *O processo de voçorocamento no perímetro urbano de Rancharia-SP: sua dinâmica e as propostas de recuperação*. Dissertação de Mestrado. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 122 f.
- Guerra, A. J. T. (2005) Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. *Revista do Departamento de Geografia*, Universidade de São Paulo, n. 16, 32-37.
- Oliveira, A. M. S. (1994) *Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do Reservatório de Capivara, SP/PR*. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 211f.
- Poesen, J. (2011) Challenges in gully erosion research. *Landform Analysis*, Leuven, 17(1), 05-09.
- Rossato, M. S.; Bellanca, E. T.; Fachinello, A.; Cândido, L. A.; Suertegaray, D. M. A. (2008) *Terra: feições ilustradas*. 3.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## **DINÂMICA IÔNICA EM SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS ARENO-QUARTZOSOS E SUA RELAÇÃO COM PROCESSOS EROSIVOS SUPERFICIAIS NO SUDOESTE DO RS**

C. L. Vieira<sup>(a)</sup>, A. G. Goulart<sup>(b)</sup>, T. M. Silva<sup>(c)</sup>, R. Verдум<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
clucasvieira@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
alinegg18@hotmail.com

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
telmendes@globo.com

<sup>(d)</sup> Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
verдум@ufrgs.br

### **Resumo**

Rochas sedimentares detríticas compõem o embasamento litológico de uma região localizada a sudoeste do estado do Rio Grande do Sul/RS, Brasil. O intemperismo de rochas areníticas das Formações Guará e Botucatu produz sedimentos ricos em quartzo e silicatos. Estes se apresentam inconsolidados após a deposição, estando prontamente disponíveis à diagênese, em função da significativa taxa de precipitação e da relativa frequência de ventos com potencial erosivo. Nesta região verifica-se a ocorrência de um processo denominado como arenização, podendo estar associado à deflação, ravinas e voçorocas. O solo desprovido de cobertura vegetal e o acúmulo de sedimentos em superfície semelhante a dunas arenosas constituem características fundamentais para o diagnóstico visual da arenização. A análise de parâmetros físico-químicos do solo em uma propriedade rural localizada no município de São Francisco de Assis/RS permite verificar, preliminarmente, a influência da dinâmica catiônica e frações granulométricas na cobertura vegetal, assim como a suscetibilidade à erosão.

**Palavras chave:** Neossolo Quartzarênico, arenização, potássio, vegetação,

### **1. Introdução**

O Quaternário se constitui como o período mais recente da história evolutiva do planeta Terra, em relação à escala de tempo geológica, e seu início reporta a aproximadamente 1,8 milhões de anos (Ma) antes do presente (AP). Como característica abiótica fundamental destacam-se as fases de glaciação e aquecimento climático atuando de forma alternada, em ciclos de difentes extensões, em escala de milhares de anos (Oliveira & Suertegaray, 2012). A ocorrência da primeira grande glaciação Quaternária, durante o Pleistoceno, foi responsável pela formação de extensas planícies aplainadas nas regiões de clima árido e semiárido do planeta. O marco final da época Pleistocênica e início do Holoceno tem como referência o último período glacial ocorrido, provavelmente, entre 100 mil A.P a 10 mil A.P. A época Holocênica, com início estimado por volta de 11 mil anos A.P,

se destaca pelas condições climáticas mais quentes e de recente umidificação, assim como pela existência de todas as espécies atualmente vivas no planeta (Oliveira & Suertegaray, 2012).

O entendimento acerca dos impactos e efeitos dos diferentes ciclos de oscilação climática, o recente aquecimento e umidificação atuando sobre rochas expostas aos fatores do meio é fundamental para a compreensão dos processos geomorfológicos responsáveis pela modelação do relevo terrestre. Estes pressupostos de análise geomorfológica se fazem mais contundentes ao considerarmos como temática de investigação científica o processo de **arenização** que ocorre na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, entre as latitudes 29°00 S e 31°00 S e as longitudes de 54°30' W Gr e 58°45' W Gr (Figura 1). O processo de arenização, de acordo com Suertegaray (1987 p.122), “caracteriza-se pelo retrabalhamento de depósitos areníticos pouco consolidados e depósitos arenosos não consolidados pela ação das águas e dos ventos, o que acarreta uma dificuldade de fixação da cobertura vegetal, devido à intensa mobilidade de sedimentos”. A camada de sedimentos acumulada sobre a superfície, regionalmente denominada como ‘areal’, fica então suscetível a uma nova remobilização pelos agentes hídrico e eólico, podendo então dar origem a processos erosivos avançados, como ravinas e voçorocas. Suertegaray (1998) chama a atenção para o fato de que, diferentemente das áreas sujeitas ao processo de desertificação, ocorre uma significativa abundância de água no sistema, com uma precipitação média anual de 1400 mm para a região de ocorrência dos areais no sudoeste do RS. Ou seja, a disponibilização, transporte e deposição de sedimentos arenosos, bem como o seu acúmulo em forma de dunas estaria condicionada pela abundância e, não, pela escassez de água. De modo a enriquecer e aprofundar a discussão acerca da gênese dos areais no município de São Francisco de Assis, Verdum (1997) conduz um estudo com ênfase na fragilidade estrutural do potencial ecológico, considerando, também, a pressão dos modelos de exploração agrícola empregados sobre uma fitofisionomia campestre, ressaltando a influência determinante da dinâmica hídrica, quanto à irregularidade na distribuição das chuvas e os processos erosivos ocasionados. No que diz respeito ao potencial geológico, Guasselli (2012) esclarece que os novos estudos destinados ao mapeamento da ocorrência dos areais no RS passaram a considerar como substrato as rochas areníticas das Formações Botucatu e Guará. O arenito eólico da Formação Botucatu, de idade Juro-Cretácea possui estratificação cruzada com constituição básica de arenitos finos a médios, quartzosos e localmente feldspáticos (Guasselli, 2012). De acordo com o autor, citando Scherer (2005) e Lavina (2006), a Formação Guará, neojurássica, apresenta fácies derivadas de sucessões deposicionais fluvio-lacustres e de formação de dunas.

A quase totalidade das rochas sedimentares de origem detrítica tem como componente fundamental o quartzo (dióxido de silício SiO<sub>2</sub>), um dos minerais mais abundantes e estáveis na natureza. O arenito, rocha formada pela aglomeração de partículas oriundas da decomposição de rochas pré-existentes, possui textura predominante arenosa, cujos grãos de quartzo são soldados

uma ao outro por material cimentante geralmente silicoso. Na região de ocorrência dos areais no RS, em específico para o município de São Francisco de Assis, o produto do intemperismo do arenito gerou espessos pacotes de matriz textural arenosa, sendo classificadas como Neossolo Quartzarênico distrófico órtico típico (Streck *et al.*, 2008). Estes solos apresentam coloração avermelhada, devido ao recobrimento das partículas minerais por óxidos de ferro e alumínio. O enriquecimento por óxidos metálicos é procedente, possivelmente, da decomposição de rochas basálticas da Formação Serra Geral. Esta região testemunha um dos maiores eventos de vulcanismo fissural do mundo, ocorrido durante o Cretáceo, na Bacia sedimentar do Paraná, quando grande parte das rochas areníticas foi recoberta por material ígneo (Reis *et al.*, 2014).

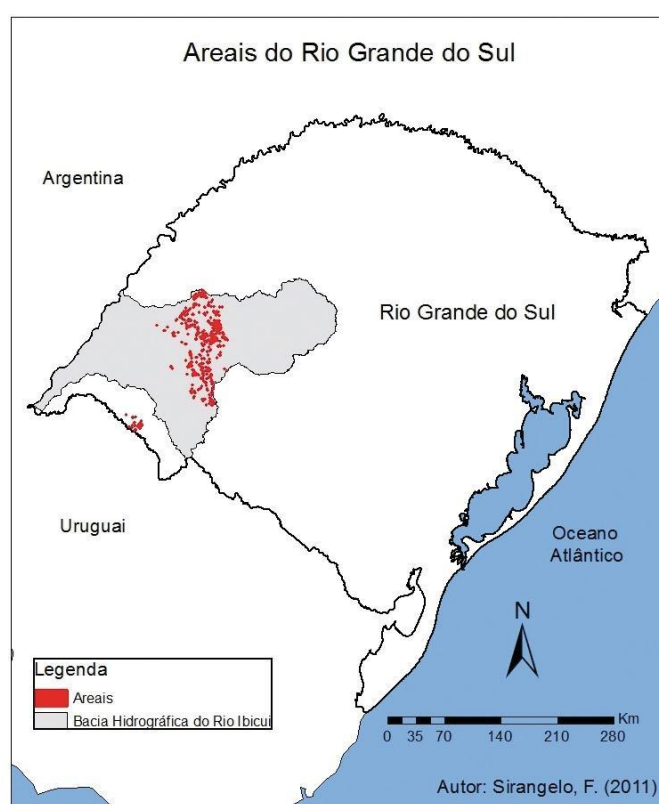


Figura 1 – Localização dos principais focos de arenização no RS, Brasil.

Fonte: Sirangelo, F. 2011.

O presente trabalho vem sendo desenvolvido como parte de um projeto de pesquisa para produção de Tese de doutoramento, em uma pequena propriedade rural localizada no município de São Francisco de Assis, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Como problemática central verifica-se a ocorrência de núcleos de arenização associados ao significativo desenvolvimento de feições morfológicas do tipo ravinas e voçorocas, mobilizando mais de quarenta por cento (40 %) de área útil da propriedade (Figura 2).

A área de estudo está localizada no 5º distrito de Taquari, estrada Vila Kramer, coordenadas UTM 671967.00 E e 6746333.00 S, tendo como limite a montante uma estrada municipal e a jusante um curso de água denominado como ‘Sanga’ do Rolador<sup>1</sup>, Bacia Hidrográfica de terceira ordem ‘Sanga’ da Areia, região da Campanha Gaúcha, Bioma Pampa. Como linha condutora do trabalho objetiva-se a análise Geomorfológica e a verificação do potencial de resiliência como pressuposto para a estabilização dos processos erosivos e o recobrimento da superfície com o uso de vegetação exótica e/ou nativa, tendo em vista a geração de uma proposta efetiva e destinada à recuperação de áreas afetadas pela arenização e pelos processos de erosão hídrica. Dados relativos aos parâmetros topográficos, às características geológicas e às variáveis edáficas estão sendo relacionados para que se possa verificar uma correspondência entre as diferentes dinâmicas, especialmente no que diz respeito à concentração e mobilidade de determinados cátions na camada superior do solo, sua influência na taxa de cobertura vegetal e consequente predisposição à ocorrência de processos erosivos.



Figura 2 – Mosaico da propriedade rural. A) Vista frontal da entrada com afloramento de arenito no centro e sede à esquerda. B) Meia encosta e limite com propriedade lindeira à direita, junto a monocultivo de eucalipto. C) Areal, próximo ao curso de água ‘Sanga do Rolador’, limite a jusante. D) Ravinas a jusante, próximo a ‘Sanga do Rolador’.

Elaboração: Carmem Lucas Veira, 2016.

<sup>1</sup> ‘Sanga’, de acordo com a toponímia regional, designa pequenos cursos de água ou riachos que reduzem significativamente a sua vazão, quando submetidos a determinados períodos de estiagem.

## 2. Metodologia

Para verificação das características físicas e químicas do solo procedeu-se à coleta de treze (13) amostras, tomadas ao longo da propriedade, sentido montante-jusante, com aproximadamente um quilo e quinhentos gramas (1,5 kg) cada uma (Figura 3). A localização de cada ponto foi realizada

por meio de GPS de navegação, sistema de coordenadas *Universal Transversa de Mercator* (UTM), *Datum* WGS 84. O perfil da propriedade foi elaborado a partir da coleta de pontos com GPS de precisão e posterior tratamento em software próprio GIS DataPRO 3.00 Build 318. Os primeiros 10 cm de solo foram descartados em função do frequente trânsito de gado bovino, abundante presença de raízes e bioturbação por invertebrados da família *Formicidae* e térmitas de solo. Procurou-se atentar para elementos topográficos e de relevo, assim como acúmulos de água na superfície, talwegues naturais, afloramentos de rocha, presença de crostas biológicas, núcleos de arenização, erosão em canalículos e ravinas, concentração de maciços vegetais, assim como demais características que pudessem orientar a coleta das amostras. O material foi analisado quanto às características de morfoscopia, morfometria, teor de matéria orgânica e frações texturais no Laboratório de Sedimentologia do Centro de Estudos Costeiros e Oceânicos do Instituto de Geologia (CECO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O intervalo dimensional das partículas minerais para determinação das classes texturais seguiu o definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT (NBR 6502/95). Para a análise granulométrica foram utilizadas como referências as escalas logarítmicas de Krumbein (1922) & C. K. Wentworth (1963). Determinou-se o teor de materiais finos com base na sedimentação gravitacional exemplificado na Lei de Stokes (Pergament, 2015). A matéria orgânica teve seu teor determinado por meio do modelo de Wetzell (1983). Para a descrição morfométrica utilizaram-se as metodologias de Suguio (2003), Bigarella (1955) e a relação esfericidade-forma de Krumbein (1941).

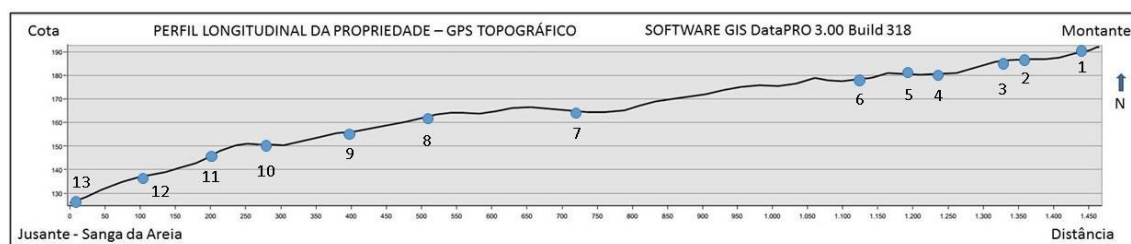


Figura 3 – Perfil topográfico com localização dos primeiros 12 pontos de coleta, sentido montante-jusante. O último ponto (13) foi coletado junto ao talude fluvial na ‘Sanga do Rolador’. Elaboração: Aline Gomes Goulart, 2014.

As análises das propriedades químicas do solo foram realizadas no Laboratório de Solos, Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia/UFRGS, com metodologia própria. Propriedades físicas foram analisadas no Laboratório de Substrato da Faculdade de Agronomia/UFRGS, Departamento de Horticultura, com metodologia própria. Um memorial de fotos com as espécies vegetais foi elaborado para cada ponto de coleta de solo, assim como o registro em caderneta de campo quanto à florística, taxa de cobertura do solo e sinais de deficiências nutricionais na vegetação nativa. Para a classificação da matriz edáfica em Neossolo



Quartzarênico Órtico típico utilizaram-se as determinações em acordo ao Sistema Brasileiro de Classificações dos Solos, elaborado pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA (2013).

### 3. Resultados e Discussão

O perímetro erosivo abrange o terço final da propriedade, locais de coleta dos pontos 7 a 13, com declividade entre 4 a 8%, respectivamente. A amostra determinada como ponto 13 foi coletada junto à base do talude fluvial, com mais de 6 metros de altura, onde camadas de material argiloso, como caolim, foram expostas pela ação erosiva do curso de água, nível de base local. Resultados das análises de solo revelaram ser o potássio o elemento químico em destaque, havendo elevadas concentrações no terço inicial da propriedade, com valores entre 30 e 144 mg.dm<sup>-3</sup> (p.p.m) e redução significativa nos pontos sete, 11 e 12, com valores entre 7 mg.dm<sup>-3</sup>, 5 mg.dm<sup>-3</sup> e 6 mg.dm<sup>-3</sup>, respectivamente. O ponto três apresenta o valor mais alto e valor discrepante em relação aos demais, podendo ter ocorrido algum erro amostral ou algum enriquecimento pela drenagem superficial. Este local de coleta apresenta um desnível em forma de depressão convergente, semelhante a um canal de escoamento vegetado. O íon potássio K<sup>+</sup> pode ocorrer na forma trocável, quando adsorvido às partículas minerais e orgânicas do solo por meio de ligações eletrovalentes e/ou na forma não trocável, quando se apresenta fixado ou retido entre camadas minerais, não estando prontamente disponível a absorção pelas plantas (Malavolta *et al.*, 1974). Como elemento higroscópico, o íon potássio pode estar ligado a oito moléculas de água. De acordo com o autor supracitado, a mobilidade do potássio no perfil do solo está relacionada não somente à dominância de uma matriz rochosa rica neste elemento, como ao teor de matéria orgânica e sua respectiva taxa de decomposição e mineralização, assim como à presença de colóides, material argiloso, características climáticas, tipo de cobertura vegetal e taxa evapotranspiratória, as quais causam variações na concentração de K<sup>+</sup> na rizosfera. O potássio, como macronutriente, desempenha um papel fundamental para o adequado funcionamento de funções metabólicas nos vegetais, de modo geral. Este elemento responde pela formação de importantes enzimas de síntese protéica, atua na regulação de trocas gasosas nas membranas vegetais através das bombas de sódio e potássio, afeta a produção de amido e açúcares e ajuda a regular a perda de água pela evapotranspiração. Como fertilizante químico auxilia no estímulo à floração, aumenta a imunidade a doenças, confere maior resistência a eventos de estiagem e ocorrência de geadas, entre outras funções, sendo aplicado, principalmente, através do sal K<sub>2</sub>O (Malavolta *et al.*, 1974). A saturação da Capacidade de Troca de Cátions (CTC %) com bases trocáveis no ponto três apresenta a maior concentração, 37 %, juntamente com o ponto 4. Para os solos no estado do Rio Grande do Sul, o ideal é que a CTC tenha um valor mínimo de 50 % (Streck *et al.*, 2008). No ponto três também ocorre a menor taxa de saturação da CTC com alumínio trocável, de 6,4 % sendo sua maior concentração no ponto

11, com 86,9 %. O íon alumínio  $Al^{3+}$  presente na fração líquida do solo pode causar fitotoxicidade, contribuindo também para o aumento da acidez potencial ( $Al + H \text{ cmol.c.dm}^{-3}$ ). O teor de argila nos pontos três e quatro é muito inferior aos demais pontos, 0,03 % e 0,04 %. Há um significativo incremento desta fração textural no terço final da propriedade, atingindo 7,1 % no ponto 10 e 6,5 % no ponto 11, justamente onde se verificam processos erosivos avançados. A matéria orgânica apresenta valores muito baixos, entre 0,3 e 1,1 %, alcançando os maiores percentuais nos pontos dois e três, de 1,1 %. Projetos para recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado, por exemplo, cujas características físico-químicas do solo residual apresentam semelhanças ao sedimento areno-quartzoso da área em estudo, recomendam elevar o percentual de matéria orgânica para um mínimo de 2% (Correa, 2005). O ponto de coleta número dois apresenta afloramento de rocha arenítica com concreções ferruginosas e solo descoberto. A porosidade total (PT %) e a capacidade de retenção de água (CRA %), medida sob sucção de 10 cm de coluna de água, apresentam variação direta, decrescendo do início para o final da propriedade com valores entre 51,8 % a 47,02 % e 44,76 % a 41,27 %, respectivamente. O comportamento destas variáveis é exatamente o inverso em relação aos valores obtidos para as análises de densidade seca e úmida, que oscilam entre 1497,11 a 1572,40  $\text{kg.m}^{-3}$  e 1504,37 a 1580,96  $\text{kg.m}^{-3}$ , apresentando correlação coerente. Ou seja, quanto maior a densidade do solo, menor a taxa de porosidade total e, conseqüentemente, menor a capacidade de retenção de água na camada mais superficial. A areia predomina como fração granulométrica e determina a classificação textural, variando entre 83,47 % a 92,52 %. Em destaque tem-se a fração areia média, com diâmetro nominal de partículas entre 0,25 a < 0,5 mm, e a fração areia fina, com grãos entre 0,1 a < 0,25 mm, apresentando um comportamento que oscila entre aumentos e decréscimos alternados e sequenciais, ao longo da propriedade. Os maiores incrementos são verificados nos pontos um, seis e, significativamente, no ponto doze, quando a areia fina, atinge 55,36 %. Aqui também há uma correlação verdadeira quanto ao aumento de areia fina e aumento da densidade em relação à redução da porosidade e capacidade de retenção de água, descritos anteriormente. O teor de silte apresenta variação oposta à classe areia média, ao longo de toda a propriedade e concordante com o íon potássio (figuras 4 e 5). Volf (2014) realizou um estudo sobre as formas e a disposição de potássio em solos na região do Araguaia, onde também se verifica a ocorrência de Areias Quartzosas (denominação antiga para os Neossolos Quartzarênicos), evidenciando uma relação direta entre os teores de silte e de potássio não trocável. De acordo com os resultados de sua pesquisa, para cada aumento nos teores de silte verificados no perfil do solo correspondem aumentos nos teores do íon potássio, e vice-versa. Este comportamento se assemelha aos resultados obtidos no presente trabalho. Em expedição no campo pode-se observar que nos locais onde há menores taxas de potássio a vegetação torna-se mais rarefeita, com ocorrência de solo exposto. Desta forma, pode-se sugerir o entendimento de que variações topográficas e de relevo associadas a substratos areno-quartzosos influenciam quanto à dinâmica e concentração do íon potássio. Esta situação pode

ter forte influência quanto à densidade de cobertura vegetal, e, consequentemente, quanto a uma maior ou menor suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos e focos de arenização em Neossolos Quartzarênicos, no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

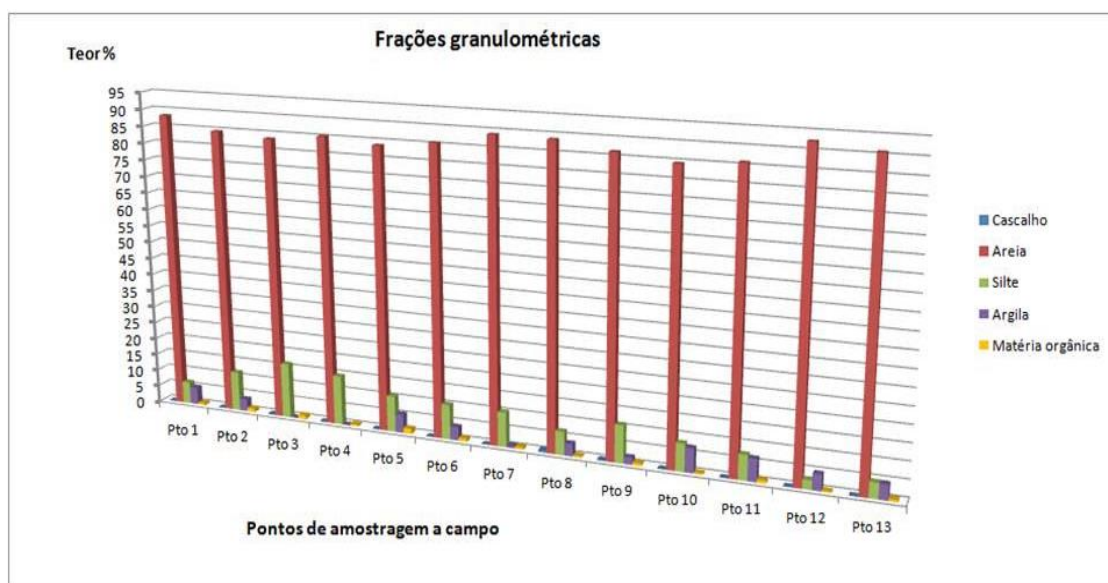


Figura 4 – Gráfico com as principais frações granulométricas, em percentual.

Elaboração: Carmem Lucas Vieira, 2016.

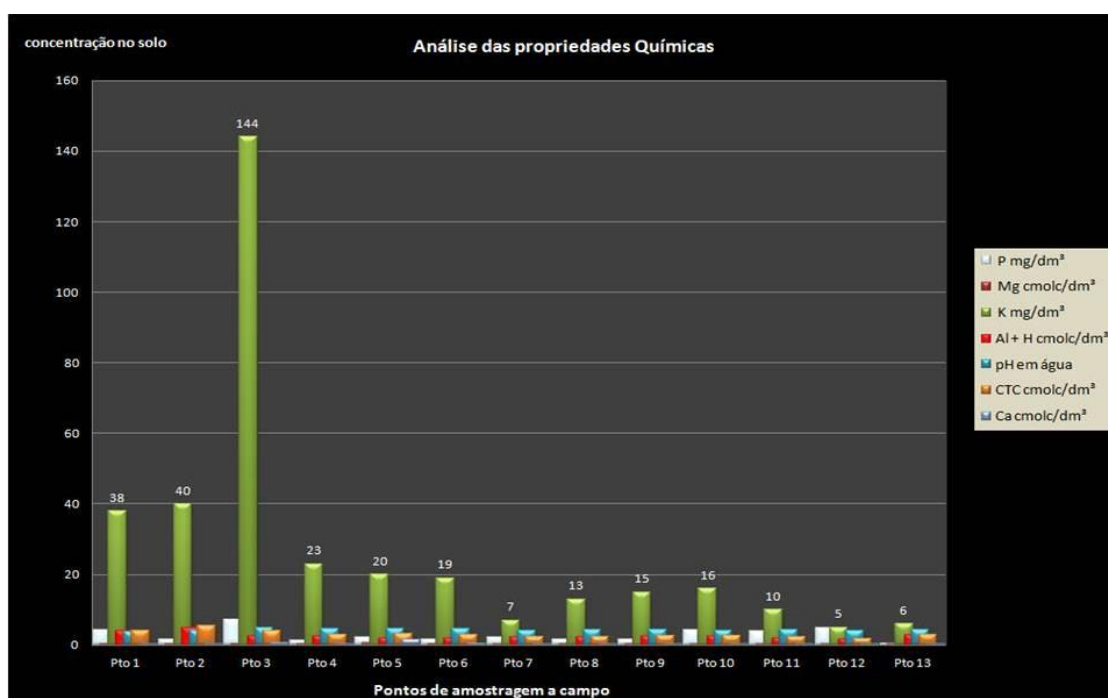


Figura 5 – Gráfico com os teores íons fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca); acidez ativa pH, acidez potencial Al + H e capacidade de troca catiônica (CTC).

Elaboração: Carmem Lucas Vieira, 2016.

#### 4. Considerações finais

A despeito da simplicidade com que é definido, geralmente considerando três etapas básicas de desenvolvimento nominadas em sua sequência processual, sendo destacamento, transporte e sedimentação, respectivamente, os processos erosivos envolvem diversas variáveis do meio atuando em diferentes graus de intensidade e frequência. A complexidade dos efeitos e o resultado de suas interrelações ficam expressos nas formas de relevo, feições erosivas, tipo e densidade de cobertura vegetal, características de drenagem superficial e microclima, cuja leitura nem sempre se faz de forma clara e imediata. Adotar uma perspectiva de análise geosistêmica se torna fundamental não somente para a compreensão geomorfológica, como para a proposição de medidas que visem a estabilizar processos erosivos e a recuperar áreas degradadas desenvolvidas sobre sedimentos areno-quartzosos Quaternários continentais. Para o presente trabalho, os resultados obtidos, até o momento, permitem que se façam relevantes considerações a respeito da importância em se realizar o cruzamento de características químicas e físicas de Neossolos Quartzarênicos no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Pode-se, de forma preliminar, sugerir a elaboração de uma proposta técnica que promova um aumento na cobertura vegetal e a estabilização de processos erosivos superficiais, através da aplicação de condicionadores de solos que apresentem um adequado balanço de macronutrientes e possibilitem, efetivamente, um incremento no teor de matéria orgânica.

Nossos especiais agradecimentos aos Programas de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), assim como às agências de fomento à pesquisa CAPES, CNPq e EMBRAPA.

#### 5. Bibliografia

- Bigarella, J.J., Hartkopf, C.C., Sobanski, A. & Trevisan, N. (1955). Textura superficial dos grãos em areias e arenitos. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, X, 253-275.
- Corrêa, R.S. (2005). *Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado: manual para revegetação*. Brasília: Universa. 186 p.
- Krumbein, W.C. (1941). Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Petrology*, 11, (2): 64-72.
- Guasselli, L.A., Suertegaray, D. M. A., Oliveira, M. G., Evers, H., Sirangelo, F. R. (2010). Relação entre a ocorrência de areais e os arenitos da Formação Botucatu e Guará no sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. In VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, *Anais VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia*. Recife/PE.
- Guasselli, L.A. (2012). O Mapeamento de areais a partir de sensoriamento remoto. In Suertegaray, D.M.A., Silva, L.A.P., Guasselli, L.A. (Orgs.), *Arenização: natureza socializada* (pp. 97-123). Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura: Imprensa Livre.
- Malavolta, E., Haag, H.P., Mello, F.A., Brasil Sobrinho, M.C.O. (1974). *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo/SP: Pioneira. 752 p.

- Oliveira, M., Suertegaray, D.M.A. (2012). Paleo geografia da área de ocorrência de areais: São Francisco de Assis-RS. In Suertegaray, D.M.A., Silva, L.A.P., Guasselli, L.A. (Orgs.), *Arenização: natureza socializada* (pp. 201-225). Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura: Imprensa Livre.
- Pergament, M.I. (2015). *Methods of experimental physics*. London-New York: Taylor & Francis group/CRC Press.
- Reis, G.S., Mizusaki, A.M., Roisemberg, A., Rubert, R.R. (2014). Formação Serra Geral (Cretáceo da bacia do Paraná): um análogo para os reservatórios ígneo-básicos da margem continental brasileira. *Pesquisas em Geociências*, 41 (2): 155-168, maio/ago. Porto Alegre: IGEO/UFRGS.
- Santos, H.G., et al. (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. Brasília/DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. 3ª edição. 353 p.
- Scherer, C.M.S., Lavina, E.L.C. (2006). Stratigraphic evolution of fluvial-eolian succession: the example of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Guarã and Botucatu formations, Paraná Basin, Southern Brasil. *Gondwana Research*, v.9.
- Streck, E.V., et al. (2008). Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR. 222 p.
- Suertegaray, D.M.A. (1987). *A Trajetória da Natureza: Um estudo Geomorfológico sobre os Arais e Quaraí – RS*. Dissertação de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. 243 p.
- Suguio, K. (2003). *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Blucher.
- Verdum, R. (1997). *Approche géographique des “deserts” dans les communes de São Francisco de Assis et Manoel Viana, État du Rio Grande do Sul, Brésil*. Dissertação de Doutorado. Toulouse: Université de Toulouse Le Mirail, UFR de Géographie et Aménagement. 210 p.
- Volf, M. R. (2014). *Formas e Disponibilidade de K nos solos do Vale do Araguaia*. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal. Goiás: Universidade de Rio Verde, Brasil.
- Wentworth, C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediment. *J. Geology*, 30, 377–392.
- Wetzel, R.G. (1983). *Limnology*. Florida: Saunders College Publishing. 767p.

## **MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MURIAÉ (RIO DE JANEIRO-BRASIL)**

C. C. M. Franco<sup>(a)</sup>, R. R. Amorim<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia de Campos (GRC), Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional (ESR), Universidade Federal Fluminense (UFF)  
cristianechapeta@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia (DGEO), Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
raul\_reis@ige.unicamp.br

### **Resumo**

O relevo, por ser um elemento tão dinâmico e diverso em sua gênese, formas e composições, torna mais complexa e difícil a tarefa de representar tal elemento em um plano, como um mapa. No entanto, com o avanço tecnológico e das técnicas de sensoriamento remoto, torna-se cada vez mais possível obter dados e informações precisas sobre a superfície terrestre. O uso de tais ferramentas possibilita a ampliação do conhecimento da ciência geomorfológica que dão subsídio às ações de planejamento e gestão ambiental. A elaboração mapa geomorfológico, objetivo deste trabalho, busca auxiliar na melhor compreensão das características e história evolutiva do relevo. Verificou-se que o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé apresenta formas de relevo que têm sua gênese relacionadas aos processos de dissecação e acumulação.

**Palavras chave:** formas de relevo; geotecnologias, bacias hidrográficas.

### **1. Introdução**

O mapeamento geomorfológico representa a distribuição espacial das formas e compartimentos do relevo e, a depender da escala utilizada, auxilia o estudo e a análise da evolução da paisagem natural. O reconhecimento do relevo com o uso de geotecnologias vem se tornando uma prática recorrente e de grande importância. A depender de suas características, o relevo apresenta-se como condicionante para a ocupação humana, dificultando-a, quando tratamos de áreas muito íngremes ou inundáveis, ou favorecendo-a, no caso de áreas aplainadas e estáveis. A análise e o conhecimento de suas formas, gênese e processos atuantes auxiliam tanto a compreensão acadêmico-científica de suas características, quanto em questões práticas, como planejamento e gestão do espaço urbano e/ou rural e questões ambientais, pois permitem orientar a ocupação e uso do solo, bem como prever e minimizar danos às sociedades. A escala escolhida para o mapeamento depende diretamente do objeto a ser mapeado e do objetivo do trabalho, constituindo-se como uma relação entre a dimensão representada e a dimensão real do objeto. Quanto menor a escala, menor será o detalhamento dos elementos presentes no mapa e maior será a área mapeada. A escala intermediária de 1:50.000, adotada neste projeto, atende à representação dos conjuntos de formas de relevo que se distribuem na área mapeada.

Para auxiliar a elaboração dos mapas, as novas tecnologias de geoprocessamento trazem maior precisão e fidelidade para os dados espaciais, como altitude, declividade, entre outros. Pelo fato do relevo ser geralmente bem destacado em imagens de satélite, bem como pela disponibilidade de dados multitemporais que possibilitam o estudo de processos morfodinâmicos, a ciência geomorfológica é fortemente beneficiada pela tecnologia do sensoriamento remoto (FLORENZANO, 2008).

Nos últimos 60 anos, as classificações do relevo evoluíram e modificaram-se de acordo com a inserção de novos conceitos e metodologias, assim como a aplicação de novas tecnologias. Neste período, foram elaborados três diferentes mapas de caracterização do relevo brasileiro. O primeiro, datado de 1949, foi o trabalho do geógrafo Aroldo de Azevedo, vinculado à Universidade de São Paulo. O autor utilizou como critério a altimetria das formas de relevo, classificando as áreas em planaltos – áreas superiores a 200 metros de altitude – e planícies – áreas de até 200 metros de altitude – utilizando para isso as informações já existentes sobre o território e a observação direta, através de trabalhos de campo. Dessa forma, a classificação por ele definida atribuiu oito unidades de relevo, dividindo o território brasileiro em quatro planaltos e quatro planícies.

Alguns anos mais tarde, em 1958, o professor Aziz Nacib Ab'Saber, também vinculado ao Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, apresentou uma nova classificação do relevo brasileiro, onde o autor levou em consideração aspectos morfoclimáticos que influenciam a formação do relevo, não só a partir do clima atual, mas também da observação das alterações climáticas que, ao longo do tempo geológico, contribuem na compreensão do modelado atual. Para o autor, os conceitos de planície e planalto não são definidos a partir de parâmetros hipsométricos. As planícies estão relacionadas às áreas em que predominam os processos de sedimentação (acumulação), enquanto os planaltos são definidos pela ocorrência mais intensa dos processos de erosão (dissecação, denudação). Tal alteração nos conceitos refletiu a modificação da classificação do relevo brasileiro, que, nesta proposta, passa a ser composta por sete planaltos e três planícies.

Finalmente, em 1995, o geógrafo Jurandyr Ross atribuiu novos critérios para a definição dos tipos de relevo, tendo como base a classificação anterior e os trabalhos publicados de Aziz Ab'Saber, assim como relatórios e imagens da superfície territorial do Brasil capturadas por radar pelo projeto Radam Brasil, do qual o autor fez parte. Além das características morfoestruturais e morfoclimáticas, Ross considerou as características morfoesculturais do relevo e acrescentou mais uma unidade geomorfológica ao atribuir o conceito de depressão, destinado às áreas aplainadas e consideradas rebaixadas em relação ao seu entorno, que geralmente se encontram ao redor de planaltos. A classificação do autor é a mais detalhada e complexa devido à maior precisão da técnica utilizada na captura das imagens e,

concomitantemente, aos resultados mais acurados do projeto Radam Brasil. Por conseguinte, o território brasileiro dividiu-se em vinte e oito unidades de relevo, sendo estas, onze planaltos, onze depressões e seis planícies. Conforme Ross, os planaltos são considerados formas residuais, constituídos por rochas que se mantiveram apesar dos processos erosivos. Estas estruturas cobrem a maior parte do território brasileiro e, na classificação do autor, são divididas em quatro grupos: planaltos em bacias sedimentares, planaltos dos cinturões orogênicos, planaltos em núcleos cristalinos arqueados e planaltos em intrusões e coberturas residuais da plataforma. As depressões, por sua vez, são divididas em três grupos: periférica, interplanáltica e marginal – enquanto as planícies, onde há o predomínio do processo de acumulação de sedimentos, são divididas em dois grupos: planícies costeiras e continentais. O autor defende a complexidade presente na formação do relevo brasileiro, bem como a extensão do território como fatores que dificultam o entendimento e a classificação das formas.

A grande variedade de estruturas geológicas de diferentes litologias e idades, juntamente com a diversidade climática atual e pretérita que se observa ao longo do território, possibilitou gerar uma vasta gama de formas de relevo que oferece enorme desafio a uma adequada classificação. (ROSS, 1985, p.25)

Tendo o exposto, o objetivo deste trabalho é elaborar o mapa geomorfológico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé, no estado do Rio de Janeiro, na escala de 1:50.000. Este visa ser um meio de auxílio ao planejamento e gestão da área de estudo, que acomoda perímetros urbanos e sofre com inundações periódicas, resultando em prejuízos materiais e de vida.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Área de estudo**

A Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé é um afluente da margem esquerda e que deságua no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AMORIM, REIS e FERREIRA, 2016).

A área de estudo corresponde ao baixo curso da Bacia do Rio Muriaé (Figura 01). Apresenta área de cerca de 1.500 km<sup>2</sup>, sendo 520,28 km<sup>2</sup> situadas na Região Noroeste Fluminense (35% da área de estudo) e 979,72 km<sup>2</sup> (65% da área de estudo) pertencentes à Região Norte Fluminense (AMORIM, REIS e FERREIRA, 2016).

O Rio Muriaé lança suas águas no Rio Paraíba do Sul, no município de Campos dos Goytacazes (PRADO *et al.*, 2005). A Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé é dividida em três compartimentos: Alto curso (situado no Estado de Minas Gerais), médio curso (municípios da Região Noroeste Fluminense) e o baixo curso, que situa-se no Estado do Rio de Janeiro e abrange seis municípios: três situados na Região Norte Fluminense (Campos dos Goytacazes, Cardoso



Moreira e São Fidélis) e três situados na Região Noroeste Fluminense (Cambuci, Italva e Itaperuna), conforme a Figura 1.

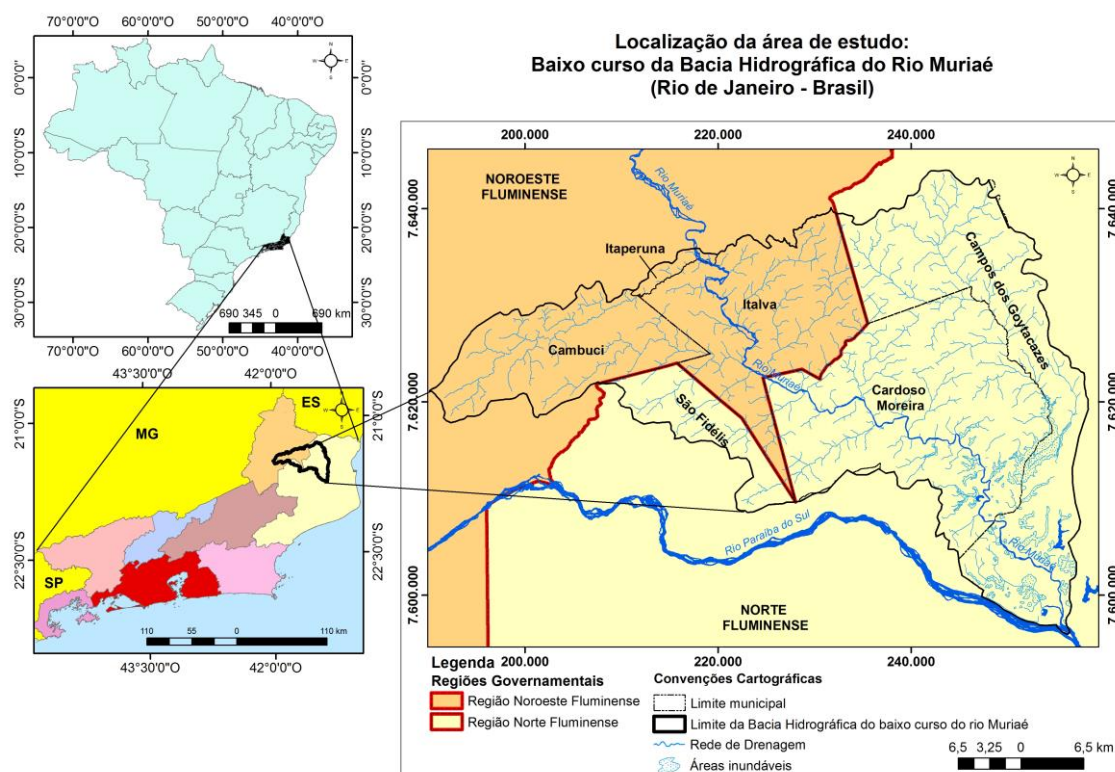


Figura 1 – Localização da área em estudo.

A área situa-se entre as altitudes de 19 metros nas zonas de planície e atinge um pouco mais de 1.000 m nas zonas de escarpas. Destaca-se que no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé situam-se dois centros regionais que apresentam parte de seu território na área em estudo: Campos dos Goytacazes e Itaperuna. O primeiro apresenta cerca de 11% do seu território no baixo curso do Rio Muriaé, enquanto Itaperuna tem apenas aproximadamente 2%. Os demais municípios (Cambuci, Cardoso Moreira, Italva e São Fidélis) são de pequeno porte e predominam as atividades ligadas à pecuária para o dinamismo de sua economia.

## 2.2. Procedimentos metodológicos

A elaboração do mapa geomorfológico, objetivo deste trabalho, busca auxiliar na melhor compreensão das características e história evolutiva do relevo na área de estudo, centrando suas análises nos processos morfogenéticos atuantes: as formas derivadas do processo de dissecação e as formas originadas dos processos de acumulação.

Para tal, o primeiro procedimento foi a realização de uma revisão bibliográfica sobre a cartografia do relevo, enfatizando o mapeamento geomorfológico, além de dados referentes aos aspectos físico-naturais da área em estudo.

Este trabalho propõe adaptar para a escala 1:50.000 a metodologia proposta por Silva e Rodrigues (2009), que propôs a elaboração de mapas geomorfológicos na escala 1:250.000. A proposta dos autores baseia-se na correlação entre dados morfoestruturais obtidos de mapas geológicos na escala 1:250.000 e o uso de dados morfométricos extraídos das imagens geradas através da *Missão Topográfica Radar Shuttle* (SRTM), com resolução de 90 metros. A proposta deste trabalho é utilizar dados das folhas geológicas elaboradas pelo DRM-RJ, na escala 1:50.000, e extrair os dados morfométricos das imagens SRTM trabalhadas estatisticamente no projeto Topodata, com resolução de 30 metros, coordenado por Valeriano (2005).

O primeiro passo foi fazer o *download* de todos os arquivos SRTM. O uso de tais bases de dados possibilitou a obtenção de informações com escala de maior detalhe. De posse de tais imagens, tornou-se possível organizar produtos cartográficos auxiliares na interpretação das formas de relevo predominantes, como o mapa de curvas de nível em formato *shapefile* e os mapas hipsométrico, clinográfico e de relevo sombreado em formato *raster*.

A partir da correlação entre os Mapas Hipsométrico, Clinográfico e Relevo Sombreado, além da interpretação das espacialidades entre as curvas de nível e a elaboração de perfis, foi possível fazer análises morfométricas que auxiliaram a definição das formas de relevo. Ressalta-se que antes da classificação das formas de relevo, foi necessário definir os domínios morfoestruturais que foram obtidos do conjunto de cartas geológicas disponíveis em formato *raster* na escala 1:50.000 elaboradas pelo DRM-RJ entre as décadas de 1970 e 1980. Todas as cartas geológicas foram georreferenciadas no software *Arc GIS 10.3.1* e seus atributos foram organizados em tabelas: informações sobre os ciclos geotectônicos, litologia e estratigrafia, além de aspectos morfoestruturais, como a ocorrência de dobramentos e falhamentos.

Os dados geológicos deram suporte à delimitação dos domínios morfoestruturais, que são definidos pela gênese da litologia e resistência aos processos intempéricos. Um fator que condiciona a estrutura do relevo refere-se às deformações de rochas, ou seja, as áreas com ocorrência de dobras e falhas. Tais deformações relacionam-se diretamente aos padrões de idade dos processos morfogenéticos nas diferentes formas de relevo.

Para delimitar os aspectos morfoesculturais, o primeiro passo foi a classificação automática por máxima verossimilhança da imagem produzida após a interpolação dos *Layes* dos pontos extraídos dos MDEs.

O mapa geomorfológico foi elaborado com o uso do software *Arc GIS 10.3*, seguindo os seguintes passos:

- **Delimitação das Unidades Morfoestruturais** – A partir do mapa geológico da área em estudo, agrupou-se por período de gênese das unidades geológicas e por características da litologia os diferentes domínios morfoestruturais. Foi criado um arquivo *shapefile* individualizado para cada uma das unidades morfoestruturais, que, na área em estudo, resultaram na geração de três arquivos: Depósitos Sedimentares Quaternários, Depósitos Sedimentares Terciários e o Cinturão Orogênico do Atlântico;
- **Separação por Unidades Morfoestruturais: a Imagem Classificada, a Imagem SRTM e a Imagem Sombreada** – Este procedimento foi adotado para facilitar a interpretação dos dados morfométricos por Domínio Morfoestrutural. Para tal, foi necessário gerar um arquivo para cada domínio morfoestrutural. Depois, selecionou-se o arquivo ao modelo digital de terreno e extraiu-se as informações referentes à altimetria, ao relevo sombreado, à reclassificação do MDE e à declividade para cada Domínio Morfoestrutural.

Obtidas as imagens individualizadas de cada morfoestrutura, partiu-se para a identificação dos Compartimentos de Relevo, que, segundo IBGE (2009), são geradas pela ação climática no decorrer do tempo geológico e possuem dimensões e idade inferiores às das Unidades Morfoestruturais. Para a identificação dos diferentes Compartimentos de Relevo, tomou-se como referência a diferenciação de sombra e rugosidade representadas pela imagem sombreada, correlacionando-as com os diferentes patamares altimétricos, ou seja, a partir do espaçamento entre as curvas de nível. Este procedimento requereu a interpretação visual, ao passo que algumas feições estruturais, por si mesmas, já constituem unidades esculturais. Outra forma de identificação dos compartimentos de relevo foi a análise dos perfis topográficos, importantes por representarem um corte transversal da superfície e demonstrarem os diferentes padrões altimétricos, ao atravessarem as representações de várias unidades de relevo.

Deste modo, com as classes definidas, foi necessário fazer uma reclassificação supervisionada a partir da imagem classificada. Posteriormente, transformou-se essa imagem *raster* em *shapefile* para que fosse possível editar os polígonos e acrescentar informações a eles.

Para editar os polígonos, conferindo-lhes informações distintas, foi necessário inserir uma nova coluna na tabela de atributos do *shapefile* em questão. Anteriormente, ao início da edição, deve-se possuir a nomenclatura dos diferentes compartimentos de relevo esquematizada. Essa classificação levou em consideração os atributos morfométricos relacionados aos valores topográficos, bem como os atributos morfológicos relacionados à geometria/tipologia das formas.

As formas semelhantes foram identificadas a partir da interação entre Morfoestrutura x Compartimentos e o formato das curvas de nível e interpretação do relevo sombreado. Para confirmar as feições predominantes, realizou-se a interpretação visual de imagens de satélite

RapidEye, do ano de 2014 no software ArcGIS 10.3.1, adquiridas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e cedidas para elaboração deste trabalho.

### 3. Resultados e discussões

A elaboração do mapa geomorfológico do baixo curso da bacia do rio Muriaé resultou três classes distintas de Domínios Morfoestruturais, cada qual relacionada com seu respectivo Domínio Morfoescultural, destacando também as formas de relevo predominantes na área mapeada (Figura 2).

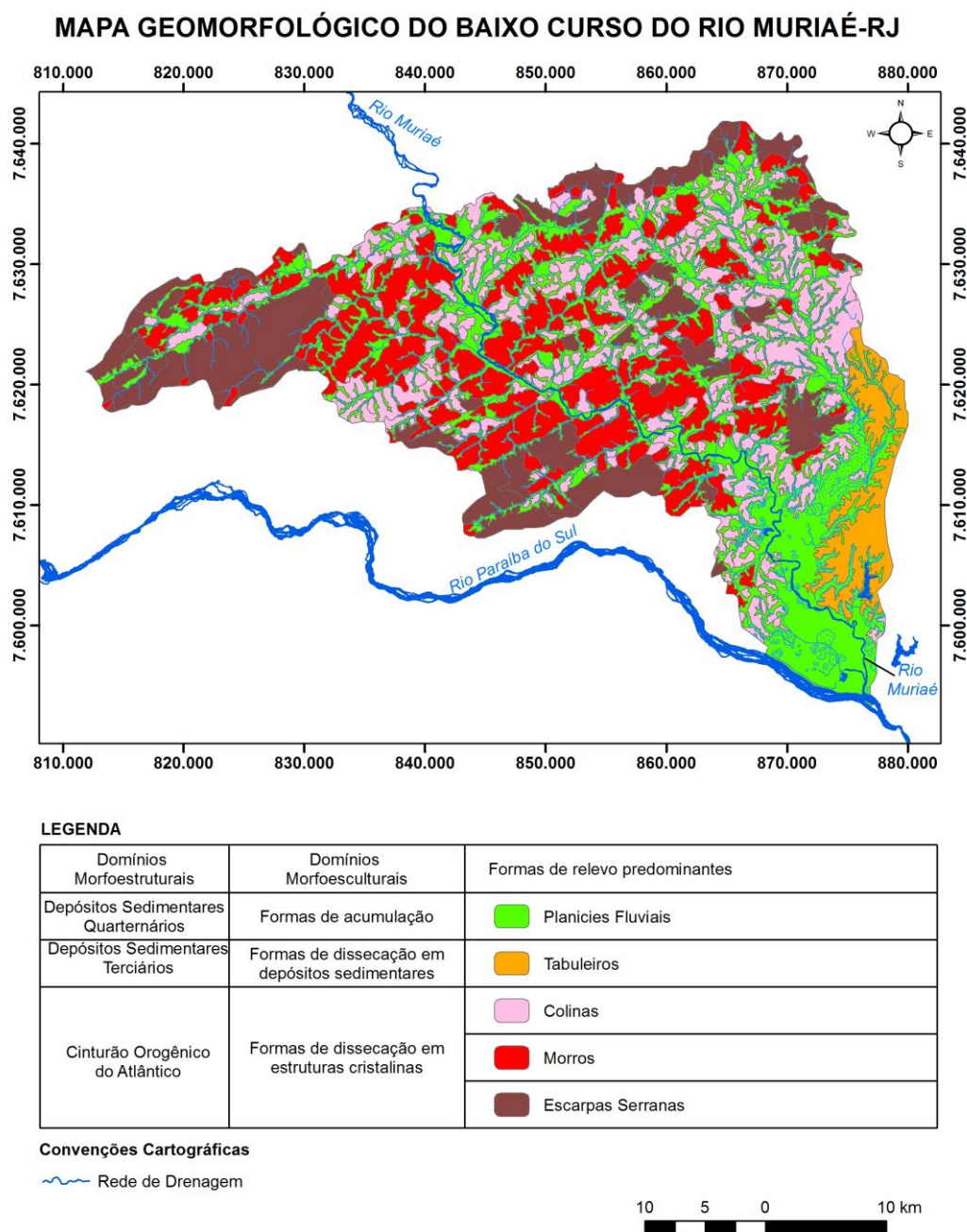


Figura 2- Mapa Geomorfológico do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.

### 3.1. Formas de relevo derivadas do processo de dissecação

As formas de relevo derivadas do processo de dissecação são comuns em áreas em que a ação fluvial é atuante na individualização de formas. Os rios são responsáveis pelos processos de entalhamento dos vales, a partir do processo de denudação.

Na área em estudo, as rochas datadas do período Pré-cambriano e do período Terciário foram, ao longo do tempo geológico, dissecados pela ação fluvial individualizando formas relacionadas as Escarpas, Morros, Colinas e Tabuleiros.

Almeida *et al.* (1976) e Heilbron *et al.* (1995) *apud* CPRM (2000) dizem que o Cinturão Orogênico do Atlântico representa uma das significativas feições geotectônicas da fachada atlântica brasileira, que estende-se do estado de Santa Catarina até o norte da Bahia. É composto por diversas faixas de dobramento, que podem ser identificadas em todo o estado do Rio de Janeiro. Esse cinturão constitui-se de um conjunto diverso de rochas graníticas e gnáissicas submetidas a diversos eventos orogenéticos ao longo do Pré-Cambriano.

As rochas do Cinturão Orogênico do Atlântico fazem limite a sudeste com a Formação Barreiras, que forma os Depósitos Sedimentares Terciários. Também observa-se que nas margens dos rios formam-se depósitos quaternários decorrentes da ação fluvial, que, neste trabalho, denominamos Depósitos Sedimentares Quaternários.

Para caracterizar geologicamente o Cinturão Orogênico do Atlântico, organizou-se as Unidades Geológicas a partir da sua gênese e evento geotectônico responsável por sua formação, com base no mapeamento geológico realizado pelo DRM-RJ ilustrado na Figura 3.

Este conjunto de diferentes rochas, com resistências diferenciadas aos processos erosivos e de denudação, deram origem a formas de relevo na área em estudo: as escarpas serranas, os morros e as colinas.

A individualização dessas formas de relevo deu-se por conta da presença da rede de drenagem, principal agente de dissecação do relevo e responsável pela modelagem das estruturas atuais. É caracterizada como densa e não apresenta padrão específico de drenagem, que é condicionado pela estrutura litológica.

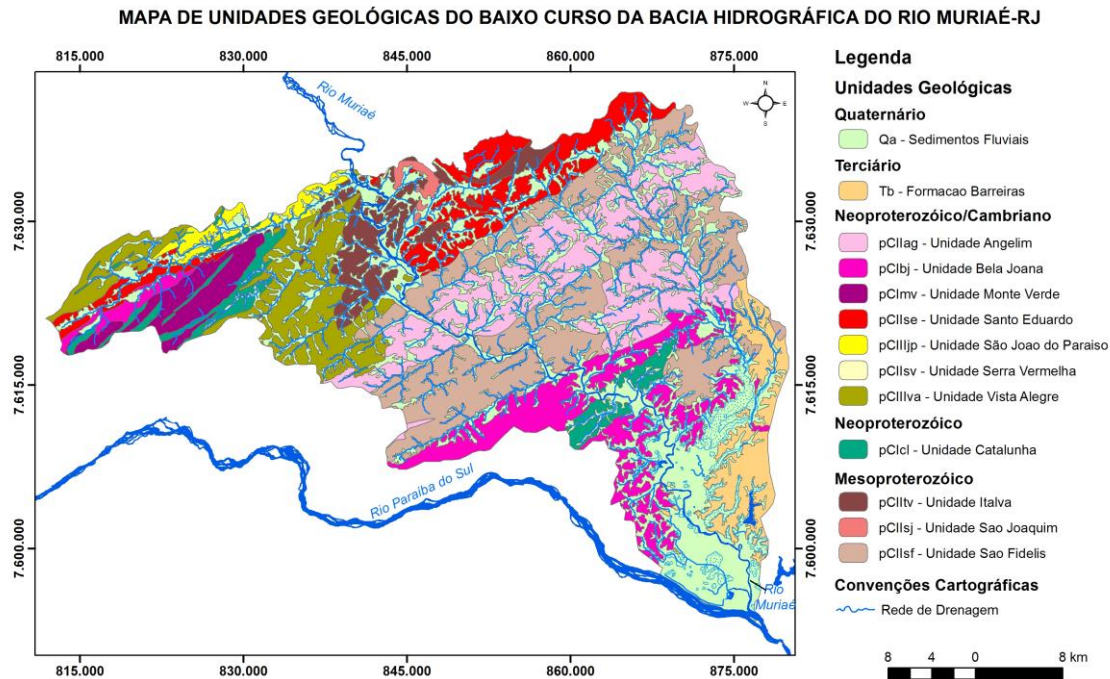


Figura 3 – Mapa de Unidades Geológicas do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé

Fonte: DRM (1978-83)

As escarpas serranas são caracterizadas como formas de altas elevações no terreno, apresentam topos predominantemente angulares e altas declividades. Estas formas são estabelecidas com altitude acima de 300 metros. A maior recorrência de serras pode ser observada nas margens oeste, sudoeste e nordeste do mapa, apresentando ainda algumas formas em contato com morros, colinas e planícies na porção mais oeste (Figura 2).

Definem-se como Morros as médias elevações do terreno, com domínio de topos arredondados, amplitudes entre 100 e 200m e declividades altas (GUERRA e GUERRA, 2005). Essa forma de relevo é encontrada principalmente em contato com as planícies fluviais, onde percebe-se certa concentração, e ainda em conjuntos mais isolados em diferentes porções da área mapeada. Na área em estudo, a presença dos morros circundados por colinas é decorrente da maior resistência ao desgaste do material pelos processos erosivos.

Finalmente, enquanto formas residuais dos processos de dissecação, as Colinas apresentam topos arredondados e baixas declividades, com amplitude entre 20 e 100 metros. A intensa atuação dos processos meteóricos, principalmente relacionados ao clima tropical, com médias elevadas de precipitação e altas temperaturas, formam espessos mantos de alteração e, por conta dos processos erosivos, tais feições são esculpidas de forma que são reduzidas cada vez mais a sua altura e diminuídas a sua declividade.



As colinas estão presentes de maneira significativa, conforme representação do mapa geomorfológico (Figura 2) e estão presentes em todas as unidades geológicas deste domínio morfoestrutural.

O segundo Domínio Morfoestrutural mapeador refere-se aos Depósitos Sedimentares Terciários, representado pelo afloramento da Formação Barreiras na região do delta do rio Paraíba do Sul, nos municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco de Itabapoana (CPRM, 2000).

A origem da Formação Barreiras está diretamente relacionada aos processos de Reativação Wealdeniana, responsáveis pelos processos de distensão que fragmentaram o continente Sul-Americano e o continente Africano, originando diversas bacias sedimentares ao longo da Costa Atlântica, ora preenchidas por sedimentos de idade cretácea e terciária.

Na área em estudo, mais precisamente na área do baixo curso do Rio Muriaé, encontram-se os Tabuleiros Costeiros. Essa formação é, conforme Ferrari *et al* (1981) *apud* CPRM (2000), caracterizada por três unidades lito-estratigráficas: sedimentos com textura na fração areia grossa a conglomerática, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; uma unidade intermediária composta de interlaminações de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas; e, no topo do pacote, um nível de argilas caulínicas com cores variando entre o vermelho e branco.

Um consenso entre os pesquisadores era de que a Formação Barreiras tinha origem apenas de origem continental. Arai (2006) afirma que em trabalhos recentes surgiram evidências de influências marinha para a gênese da Formação Barreiras. Dentre os dados levantados, estão informações de cunho paleontológico e sedimentológico.

No compartimento de relevo Tabuleiros Costeiros, distinguem-se formas de relevo distintas, de topo aplainado e de topo convexas. Diferente das áreas próximas ao litoral, à medida que se adentram a Formação Barreiras ao interior, sua cota altimétrica é superior a 20m, chegando a atingir 120 metros, apresentando elevada densidade de drenagem predominantemente nos padrões paralelo a dendrítico.

### **3.2. Formas de Acumulação**

Os Depósitos Sedimentares Quaternários tiveram sua origem através de sucessivos processos de deposição e acumulação de sedimentos.

Na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, o Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares Quaternários tem sua origem em eventos associados à série de ambientes de sedimentação quaternária. Tais eventos estão relacionados aos processos de acumulação decorrentes tanto a gênese continental e também transicional/marinho.

No baixo curso do rio Muriaé, esses processos deposicionais fazem limite com rochas do Cinturão Orogênico do Atlântico de diferentes litologias e idades, bem como com trechos da Formação Barreiras.

As planícies fluviais no baixo curso do rio Muriaé margeiam os canais fluviais ao longo de toda a bacia. Contudo, na proximidade da confluência entre os rios Muriaé e Paraíba do Sul, esta área configura-se uma planície de inundação por conta da baixa cota altimétrica e baixa declividade. Essas formações coincidem com as áreas com declividade inferior a 2% e vales encaixados sujeitos às inundações periódicas. A principal característica dessas formas de acumulação é a presença de terrenos mal-drenados, associados ao acúmulo de materiais argilo-arenosos fluviais e alúvio-coluviais.

Reis e Amorim (2014) destacam a recorrência dos fenômenos de inundações no baixo curso do rio Muriaé, principalmente nos municípios de Cardoso Moreira, Italva e Itaperuna. Os autores afirmam que o fenômeno ocorre durante o período mais chuvoso, entre os meses de novembro a março, e que os episódios de inundação são agravados por conta da ocupação das margens dos rios, tanto por áreas urbanas como por usos rurais.

#### **4. Considerações Finais**

Para alcançar o objetivo proposto, relacionado à elaboração do mapa geomorfológico da área em estudo, fez-se uma adaptação da metodologia proposta por Silva e Rodrigues (2009). O mapa proposto pelo tutorial, por exemplo, tem escala menor, 1:250.000, enquanto o mapa geomorfológico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé foi elaborado na escala 1:50.000.

A metodologia proposta por Silva e Rodrigues (2009) utilizou uma versão antiga do *software ArcGIS* (9.2), que foi progressivamente atualizada e atualmente oferece a versão 10.3 aos usuários. Desse modo, foram necessárias a consulta e a pesquisa acerca dos comandos do *software* que foram atualizados, renomeados e/ou relocados.

Os dados geológicos, tal qual o mapa de relevo sombreado e da rede de drenagem referentes à área de estudo, permitiram observar pouco controle estrutural da litologia em relação aos canais da bacia, sendo predominante o padrão de drenagem dendrítico.

A partir do mapa geomorfológico do baixo curso da bacia do rio Muriaé e dos resultados obtidos, em conjunto com os conceitos e processos apresentados que dizem respeito à gênese e modelagem do relevo, pode ser compreendido que a área mapeada possui formações antigas que remetem a diferentes Eras geológicas, tendo presenciado também diferentes climas. Tais formações, no entanto, são atingidas atualmente por fortes processos de dissecação. Entre eles, estão a incisão dos canais da rede de drenagem presente na área, como também processos de



acumulação, através das inundações periódicas dos canais que depositam sedimentos originários da intemperização de outras formas. Demonstra-se, portanto, que o relevo estudado encontra-se em condições morfoclimáticas que estão sendo responsáveis pelo desenvolvimento de uma nova configuração das formas, seja através do desgaste ou da deposição. Vale destacar que os processos aqui mencionados são geralmente lentos quando observados em escala histórica, mas de grande importância para a compreensão da evolução do relevo, a fim de melhor planejar futuros usos e ocupações de determinados espaços na área de estudo.

## 5. Bibliografia

- Amorim, R. R. (2014) Mapeamento Geomorfológico da Região Norte Fluminense na Escala 1:50.000. *Relatório de Pesquisa*. Fundação Carlos Chagas de Amparo a pesquisa do estado do Rio de Janeiro. Campos dos Goytacazes: Universidade Federal Fluminense.
- Amorim, R.; Reis, C. Ferreira, C. (2016). Mapeamento dos Geossistemas e dos Sistemas Antrópicos como Subsídios de Áreas com Riscos a Inundações e Alagamentos no Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé (Rio de Janeiro – Brasil). *Territorium*. 16. no prelo, 2016
- Arai, M.A. (2006). Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP. Série Científica*, São Paulo, 6(2), 1-6.
- CPRM, Companhia Brasileira de Recursos Minerais. (2000). *Projeto Rio de Janeiro*. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2000, v. 1-8
- Florenzano, T.G. (2008). *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Guerra, A. J.; Guerra, A. J. T. (2005). *Dicionário geológico-geomorfológico*. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Prado, R.B.; Dantas, M.E; Fidalgo, E.C.C.; Gonçalves, A.O.; Silveira, M.M.L.; Guimarães, P.V.; Ferraz, R.P.D.; Mansur, K.L., Dourado, H.V.F. (2005). **Diagnóstico do meio físico da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé**. Rio de Janeiro, EMBRAPA.
- Reis, C. H; Amorim, R. R. (2014). Uso de sensores remotos com diferentes resoluções espectrais para a caracterização do uso e ocupação das terras de áreas com risco à inundação dos municípios de Itaboraí e Cardoso Moreira, Rio de Janeiro, Brasil. In: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. (org.). *Multidimensão e Territórios de Risco*. (pp. 123-128). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Ross, J.L.S. (1985) *Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação*. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, 4(1), 25-39.
- Silva, T. I.; Rodrigues, S. C. (2009). Tutorial de Cartografia Geomorfológica. **Revista Geográfica Acadêmica**. 3(2), 1-64.

## 6. Agradecimentos

Ao financiamento concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Processo nº.2016/00007-3.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E ATRIBUTOS DO SOLO NA MARGEM DO RIO PARAGUAI, CÁCERES, MATO GROSSO, BRASIL

J. B. Sousa <sup>(a)</sup>, C. A. Souza <sup>(b)</sup>, J. S. Cruz <sup>(c)</sup>, F. L. Silva <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso – IFMT Campus Cáceres prof. Olegário Baldo  
jubertobabilonia@yahoo.com

<sup>(b)</sup>Curso de Geografia - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
celiaalvesgeo@globo.com

<sup>(c)</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

### Resumo:

Características morfológicas e atributos químicos e físicos de barrancos de rios permitem inferir sobre suscetibilidade à erosão das margens. Objetivou-se realizar a descrição morfológica e caracterizar atributos químicos e físicos de um barranco do rio Paraguai, Cáceres, Mato Grosso. O barranco estudado apresentou altura de 1,65 m, as cores predominantes foram brunadas e, com presença de plintita ao longo dos horizontes, em quantidade suficiente para o solo ser classificado como Plintossolo Háplico Eutrófico espesso. Foram observados teores médios a altos de nutrientes ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) e baixos teores de elementos que causam a acidez dos solos,  $Al^{3+}$  e  $H^+$ , tendo como consequência baixa acidez potencial. As características dos atributos morfológicos e físico-químicos favorecem o desenvolvimento de vegetação nas margens, o que minimiza os efeitos erosivos na margem.

**Palavras-chave:** solo, morfologia, atributos químicos e físicos.

### 1. Introdução

Compreender características e propriedades dos solos torna-se importante para o entendimento de suas fragilidades e potencialidades. Podendo-se, a partir delas inferir medidas de uso e manejo adequados. Conforme Palmieri e Larach (2009) o solo é uma unidade natural que constitui também importante elemento geoambiental integrante da bacia hidrográfica, que fundamentalmente contribui ao sistema hidrológico nos processos de infiltração e no escoamento superficial.

Nos ambientes fluviais o conhecimento das tipologias de solos e sua caracterização físico-química, principalmente os solos que compõem os barrancos, tornam-se fatores importantes para o monitoramento e controle de erosão marginal, principalmente em canais com padrão meandrante com suas margens côncavas que são mais propensos a erosão (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Vários atributos das margens estão associados com as características morfológicas e físico-químicas do solo, dentre as quais: granulometria, consistência, estrutura, teor de matéria

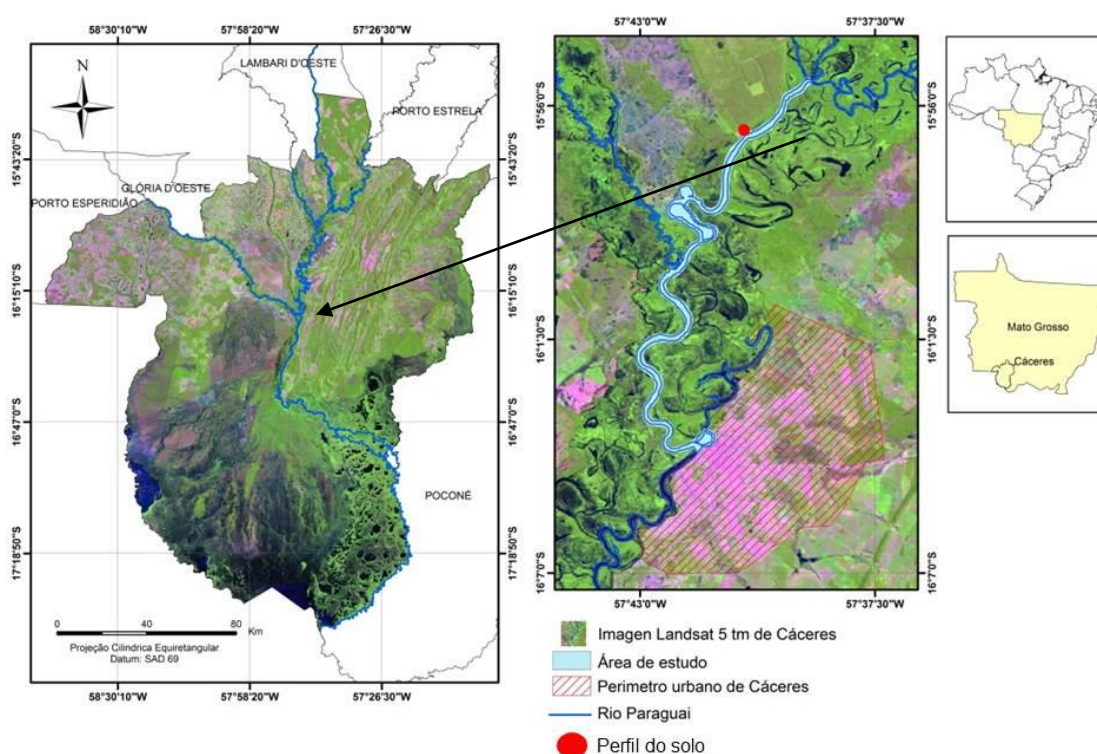
orgânica e fertilidade (SOUZA e CUNHA, 2007). Carmo *et al.* (2012), que realizaram estudos sobre os atributos químicos e físicos de solos de barrancos nas margens do rio Paraguai, enfatizam a importância de compreender suas características e propriedades relatando, que tais atributos podem favorecer ou não aos processos de erosão de margens, bem como as mudanças nos canais fluviais.

O objetivo do estudo foi descrever a morfologia do solo e caracterizar seus atributos químicos e físicos da margem esquerda do rio Paraguai, próximo à cidade de Cáceres em Mato Grosso, Brasil.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Área de Estudo

O segmento de estudo encontra-se na margem direita do rio Paraguai, situado entre a foz do rio Sepotuba e a confluência com a ilha do Malheiros, próximo ao núcleo urbano da cidade de Cáceres, Estado de Mato Grosso (Figura 1).



**Figura 1-** Localização do perfil de solo, no rio Paraguai.

Estudos realizados por Souza (2004), Justiniano (2010), Leandro *et al.* (2010) e Santos *et al.* (2012) descrevem as características ambientais do segmento estudado, salientando que o mesmo apresenta formação geológica de sedimentos da Formação Pantanal (Quaternário).

A Compartimentação geomorfológica corresponde à planície fluvial e feições peculiares positivas (diques marginais e barras laterais e centrais) e negativas (baías, lagoas e antigos canais). A princípio, o Gleissolo Háptico Tb Distrófico plintossólico é a classe de solo predominante e a vegetação é típica de contato de florestas estacional/savana e florestas aluviais. O padrão canal apresenta-se de forma meandrante onde ocorre um processo intenso de erosão na margem côncava e deposição na margem convexa. No segmento estudado ocorre um processo constante de erosão de suas margens (tendência natural da dinâmica do rio), correlacionado à composição do solo do barranco, textura e estrutura. Todavia, por ser uma área de intenso fluxo de pessoas, caracterizada por uma área com grande potencial para prática da pesca (e fácil acesso via BR 070; e pelas margens do rio no período de estiagem) ao longo do perfil longitudinal deste trecho observa-se um crescente uso/ocupação de suas margens (ranchos, acampamentos; demarcações com pinturas dos troncos das árvores; palafitas; fazendas de criação de gados e plantação de teca - *Tectona grandis* L.f.).

Neste sentido, vem sendo desencadeado uma organização de “territórios diversos”, corroborando aos processos de conflitos territoriais e deterioração da qualidade ambiental, devido à retirada da cobertura vegetal (por pastagem para criação de gado e prática da agricultura) expondo o solo ao processo erosivo, modificando a topografia e promovendo construções ilegais (palafitas, cabanas para acampamentos, tablados para a prática da pesca, bar e lanchonetes) não respeitando a extensão da vegetação ciliar deixando às margens vulneráveis as erosões marginais e o acúmulo de lixo, criação de trilhas devido às margens serem utilizadas para prática da pesca em barrancos, desta maneira favorecendo constantes perturbações e/ou degradações devido essas ações (CRUZ *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2012).

## 2.2. Procedimentos Metodológicos

Para uma maior compreensão do comportamento do solo perante os processos erosivos nas margens do rio Paraguai, foi descrito a morfologia (espessura e profundidade, cor, estrutura, consistência e transição entre horizontes) e coletas de amostras para as análises laboratoriais conforme SANTOS *et al.* (2015).

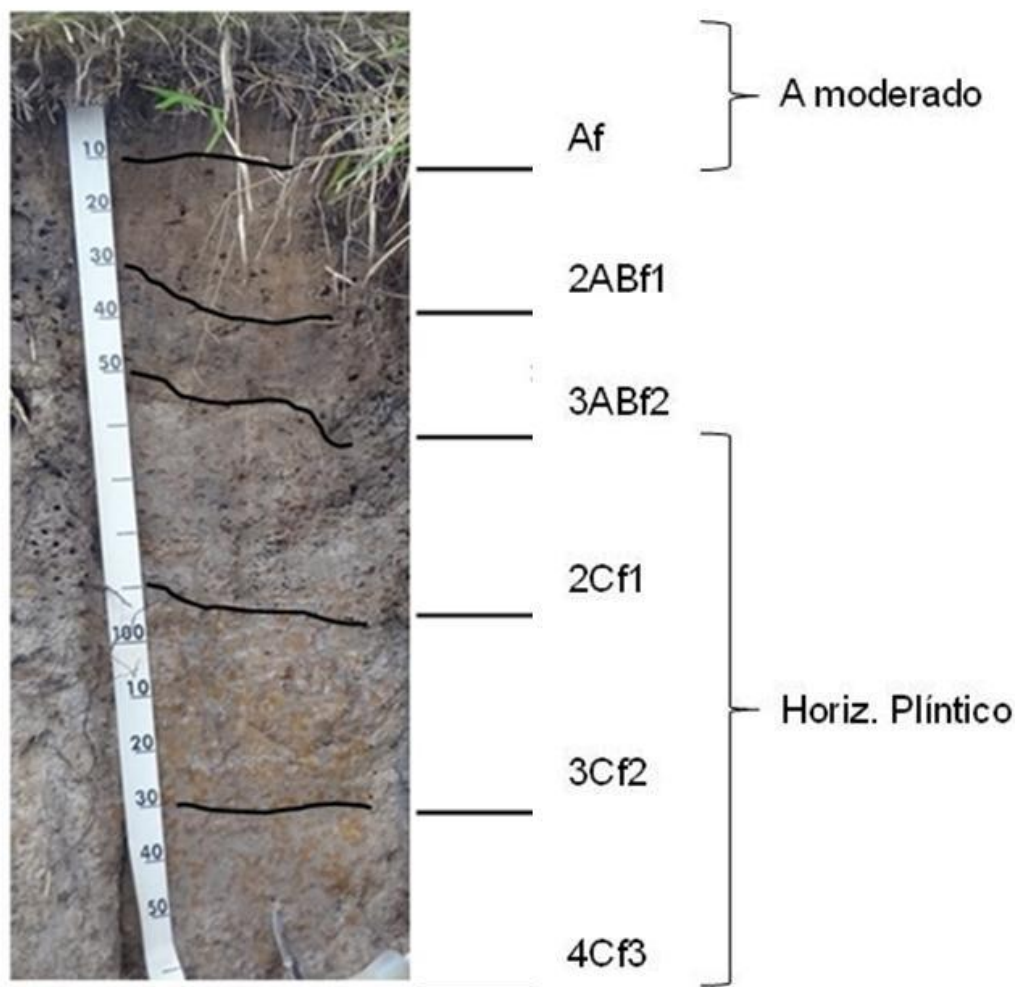
Para caracterização dos atributos físico-químicos do solo foram realizadas análises laboratoriais das amostras dos horizontes, tais como, textura (método da pipeta); cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ); magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) ( $\text{KCl}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$ ); acidez potencial (solução SMP); fósforo (P) e potássio ( $\text{K}^{+}$ ) (Mehlich 1) e carbono orgânico (CO) pela metodologia da oxidação via úmida com  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,4 mol  $\text{L}^{-1}$ , conforme EMBRAPA (1997). A classificação do solo seguiu o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2013).

### 3. Resultados e discussão

A descrição morfológica do perfil do solo estudado é apresentada na Tabela 1, mostra que o perfil possui 6 horizontes, com profundidade superior a 165 cm, com presença de descontinuidade litológica ao longo do perfil, o que mostra a dinâmica de deposição dos sedimentos nas margens. Ao longo do perfil (Figura 2) há a presença de mosqueados e plintitas (f), os quais estão associados ao processo de oxi-redução, em que o  $\text{Fe}^{2+}$  provenientes da dissolução de óxidos de Fe, devido às condições de baixo potencial redox, são lixiviados e se acumulam em diferentes partes do perfil. Minerais de argila, contendo Fe para alimentar o processo, podem ser provenientes de áreas adjacentes mais elevadas, favorecendo a formação de mosqueados e plintitas, que, sob ciclos alternados de umedecimento e secagem, evoluem para endurecem irreversivelmente, formando as petroplintitas, fato este que ocorre principalmente em zonas sujeitas a contínuos processos de inundação e secagem, determinado pelo clima regional com período de estiagem e outro chuvoso (ANJOS, 2007).

**Tabela - 1** Descrição morfológica do perfil do solo do barranco do rio Paraguai, Cáceres – Mato Grosso

Horizonte	Prof cm	Cor		Textura	Estrutura	Consistência			Transição
		Úmida	Seca			Seca	Úmida	Molhada	
Af	10	7.5YR 3/3 - Bruno escuro	7.5YR 5/3 - Bruno	Areia franca	Sub-angular, de muito pequenos até grandes	Solta	Muito friável	Não pegajosa, não plástica	Plana e clara
2ABf1	30	7.5YR 3/4 - Bruno escuro	7.5YR 5/4 - Bruno	Areia franca	Sub-angular, de muito pequenos até grandes	Moderada	Muito friável	Não pegajosa, não plástica	Ondulada e clara
3ABf2	50	7.5YR 3/4 - Bruno escuro	7.5YR 4/4 - Bruno	Franco arenosa	Sub-angular, de muito pequenos até grandes	Muito dura	Moderadamente friável	Ligeiramente pegajosa	Plana e clara
2Cf1	90	7.5YR 6/3 - Bruno claro	7.5YR 6/3 - Bruno claro	Franco arenosa	Sub-angular, de muito pequenos até grandes	Muito dura	Moderadamente friável	Ligeiramente pegajosa	Plana e clara
3Cf2	130	7.5YR 5/6 - Bruno escuro	7.5YR 6/4 - Bruno claro	Argilo arenosa	Sub-angular, de muito pequenos até grandes	Macia	Friável	Ligeiramente pegajosa	Plana e clara
4Cf3	165+	7.5YR 4/4 - Bruno	7.5YR 6/4 - Bruno claro	Argilo arenosa	Sub-angular, de muito pequenos até grandes	Macia	Friável	Ligeiramente pegajosa	Plana e clara



**Figura 2** - Perfil do solo no barranco do rio Paraguai, Cáceres – Mato Grosso.

Observa-se ainda que os horizontes apresentaram cores brunadas em todo o perfil do solo, entre 7.5 YR 3/3 a 7.5 YR 6/4, nos quais os horizontes subjacentes, profundidades superiores a 90 cm, apresentaram cores mais claras, evidenciando os processos de remobilização do ferro nos horizontes superiores.

No perfil estudado não foi possível uma clara identificação do horizonte B, pois o horizonte A se apresentou mesclado ao horizonte B na profundidade abaixo de 10 cm até 50 cm onde iniciou-se o horizonte C. Este processo de mesclagem dos horizontes pode ser associado ao pulso de inundação do rio, o qual pode remobilizar as partículas do solo depositando-as nas margens do rio, ou mesmo através de escoamento superficial durante a estação de chuvas, considerando que o rio Paraguai é uma área de planície caracterizada como uma imensa bacia de recepção de água e sedimentos decorrente de sua forma de anfiteatro (SOUZA e SOUSA, 2010).

Observa-se consistência solta do solo na camada superficial, o que pode favorecer processo de escoamento dessas partículas de solo, ou mesmo reflete o processo de deposição de partículas

nesse ambiente. A consistência do solo é influenciada pela presença da argila, além de atributos químicos, como cátions trocáveis, óxidos e matéria orgânica do solo que são de fundamental importância para a formação das estruturas (VASCONCELOS *et al.*, 2010). O tipo de estrutura predominante no perfil foi a sub-angular, de muito pequenos até grandes, portanto uma estrutura bem formada. As estruturas por sua vez, são importantes na agricultura, sendo uns dos principais atributos de qualidade do solo, mas se tratando de solos de margem de rio, uma importante característica deve ser ressaltada que é sua propriedade de controle de processos erosivos, tal como resalta Bastos *et al.* (2005).

Quanto aos atributos químicos e físicos do perfil do solo, observa-se que, os horizontes, de modo geral, apresentaram altos teores de areia e baixos teores de argila, principalmente no horizonte superficial (86,72% de areia e 6,61% de argila) (Tabela 2). A maior presença da fração areia pode estar relacionada à dificuldade do rio no processo de transporte de sedimentos grosseiros (areia), por ser uma área de planície (baixa declividade). Outro fator está relacionada a litologia onde o rio drena, áreas constituídas por rochas de matriz mais arenosas, arenito da Formação Raizama e Formação Pantanal (SEPLAN-MT, 2002), por exemplo. Por outro lado, os materiais mais leves e em suspensão (argila) são transportados mais facilmente, e por ser, ainda, um receptor de água e sedimentos de outros rios.

Os teores de matéria orgânica do solo (MO) foram mais altos no horizonte superficial devido à acumulação de deposição de materiais que ocorre na superfície do solo. No entanto, o valor observado (1,18%) é baixo, dada a importância da matéria orgânica para os diversos atributos de qualidade do solo, tais como a de estabilidade das estruturas. Foram observados alta saturação por bases (V%), superior a 50 % em todos os horizontes, podendo classificá-lo como eutrófico.

Conforme as características descritas nesse perfil de solo, é possível classificar o horizonte A na classe de A moderado, devido este não se enquadrar na categoria dos seis horizontes diagnósticos superficiais (hístico, chernozêmico, proeminente, húmico, antrópico, ou fraco) (EMBRAPA, 2013).

O horizonte AB apresenta as seguintes características: Caráter Eutrófico (>50% saturação por bases); Caráter Êutrico (pH em água >5,7 e SB>2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Considerando o estado de redução do solo devido regime de saturação periódica de água, este horizonte enquadra-se com características de horizonte plintico, sendo as cores brunadas justificadas pela exposição do perfil ao ar (EMBRAPA, 2006).

Ao longo do perfil e, especialmente no horizonte C, observa-se claramente a presença de plintita, com volume superior à 15 % (Figura 2), podendo esse horizonte ser enquadrado como horizonte Plíntico, caráter que predomina sobre os demais. Observa-se ainda ocorrência de caráter eutrófico (>50% de saturação por bases) (EMBRAPA, 2013).

**Tabela -2** Atributos químicos e físicos do perfil de solo do barranco do rio Paraguai, Cáceres-Mato Grosso

Horizonte		Af	2ABf1	3ABf2	2Cf1	3Cf2	4Cf3
pH em água	-	6,91	5,73	5,86	6,23	6,3	6,52
MO	%	1,18	0,72	0,46	0,20	0,60	0,55
P	mg dm <sup>-3</sup>	48,30	26,61	62,14	45,68	39,36	36,02
K <sup>+</sup>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	0,19	0,06	0,09	0,10	0,11	0,10
Ca <sup>2+</sup>		2,79	1,64	2,66	2,19	3,48	2,49
Mg <sup>2+</sup>		0,85	0,69	0,52	0,99	1,33	1,77
Al <sup>3+</sup>		0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>		1,07	1,57	1,64	0,98	0,63	1,23
CTC efe.		3,83	2,49	3,37	3,48	5,02	4,46
Soma de bases		3,83	2,39	3,27	3,28	4,92	4,36
CTCpH7		4,89	3,96	4,91	4,25	5,55	5,59
m <sup>1</sup>	-----	0,00	4,19	3,06	6,10	2,03	2,29
V <sup>2</sup>	-----	78,21	60,29	66,52	77,08	88,73	77,98
Argila	----- % -----	6,61	10,50	13,73	13,94	26,96	24,09
Silte		6,67	6,38	7,14	13,20	10,47	10,45
Areia		86,72	83,12	79,13	72,86	62,57	65,46
Textura	-	Arenosa	Arenosa	Arenosa	Arenosa	Média	Média

<sup>1</sup> m = saturação por alumínio; <sup>2</sup> V = saturação por bases

Tendo como horizonte diagnóstico o horizonte C, este perfil de solo se associa à classe dos Plintossolos, podendo então ser definido como Plintossolo Háplico Eutrófico espesso. Souza (2004) descreveu ocorrência desse tipo de solo em vários trechos ao longo do perfil longitudinal do rio Paraguai.

Devido ao pulso de inundação e diferentes condições de arraste e deposição de sedimentos, a variabilidade de características químicas, físicas e morfológicas ao longo de um rio é grande, conforme vários estudos realizados conduzidos no rio Paraguai em Cáceres-MT (SOUZA *et al*, 2012). A gestão ambiental das margens do rio Paraguai deve ser vista com atenção, dada a fragilidade do solo sob a atuação da água, e que pode ser ainda intensificada pela ação antrópica (GODOY *et al.*, 2002), que poderia promover elevadas taxas de assoreamento do rio e alargamento de suas margens. O cuidado com o uso do solo por atividades turísticas também deve ser ponderado, ressalta-se a importância de implementação de práticas conservacionistas e a preservação da mata ciliar (PINTO *et al.*, 2012). O uso do rio como via de navegação também poderia intensificar sérias implicações sobre os processos de erosão das margens e assoreamento do rio devido impacto das ondas formadas sobre os barrancos promovendo desbarrancamento acelerado, haja vista os elevados teores de areia observados no solo do barranco ora estudado.



#### 4. Considerações finais

O perfil do barranco estudado do rio Paraguai foi classificado como Plintossolo Háplico Eutrófico espesso, sendo evidenciada a ocorrência de processos pedogenéticos influenciados pela dinâmica da água. O solo desse barranco apresenta fragilidades quanto à resistência a processos naturais de erosão, apresentando textura arenosa à média em todo o perfil e baixos teores de matéria orgânica. A boa fertilidade do solo pode contribuir para o bom desenvolvimento da vegetação marginal, o que contribuí na diminuição da fragilidade aos processos erosivos.

#### 5. Referências bibliográficas

- Anjos, L. H. C.; P. M. G; Pérez, D. V.; RamoS, D. P. (2007). Caracterização e classificação de Plintossolos no município de Pinheiro-MA. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1035-1044 2007.
- Bastos, R. S.; Mendonça, E. S.; Alvarez. V. H.; Corrêa, M. M.; Costa, L. M. (2005). Formação e estabilização de agregados do solo influenciados por fluxo de umedecimento e secagem após adição de compostos orgânicos com diferentes características hidrofóbicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:21-31.
- Carmo, C. M.; Santos, F. A. S.; Barbizan, O. A.; Souza, C. A.; Pierangeli, M. A. P. (2012) Atributos químicos e físicos de solos de barrancos do rio Paraguai em Cáceres. In: Souza, C. A (Org.). *Bacia hidrográfica do rio Paraguai – MT: Dinâmicas das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. São Carlos. Editora Cubo, 149-158 p.
- Christofolletti, A. (1980). *Geomorfologia*. São Paulo: Editora Blucher, p. 65-101.
- Cruz, J. S.; Souza, C. A.; Soares, J. C. O. (2012). Território, territorialidade: Uso/ocupação, impactos e conflitos nas margens do rio Paraguai – MT. In: Souza, C. A (Org.). *Bacia hidrográfica do rio Paraguai – MT: dinâmicas das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. São Carlos. Editora Cubo, 131-148pg.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1997). *Manual de métodos de análise de solo*. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. RJ, 2º ed., 209 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3ª ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA. 353p.
- Godoy, J. M. et al. (2002) Evaluation of the Siltation of River Taquari, Pantanal, Brazil, through Pb Geochronology of Floodplain Lake Sediments. *J. Braz. Chem. Soc.*, vol.13, n.1, p. 71-77.
- Leandro, G. R. S.; Souza, C. A.; Nunes, F. E. S. (2010). Aporte de sedimento de fundo no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres – MT. In: *Jornada Científica da Unemat*, 3., 2010, Cáceres. Anais. Cáceres: UNEMAT.
- Palmieri, F.; Larach, J. O. I. (2009). Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Org.) *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 59-119p.
- PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N. de e BALIEIRO, K. R. de C (2012). Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. *CERNE.*, vol.18, n.3, p. 495-505.
- SEPLAN-MT. (2002). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação. *Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado de Mato Grosso*.
- Santos, R. D.; Santos, H. G.; Ker, J. C.; Anjos, L. H. C.; Shimizu, S. H. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 7º ed. rev. ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 101 p. 2015.
- Souza, C. A. (2004). *Dinâmica do Corredor Fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã - MT*, Tese de Doutorado UFRJ.
- Souza, C. A. et al. (2012) *Bacia hidrográfica do rio Paraguai: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. Editora Cubo, São Carlos-SP. 210 p.

Souza, C. A.; Cunha S. B. (2007) .Pantanal de Cáceres - MT: Dinâmica das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã – MT. In: Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas Três Lagoas - MS, V 1 – n.º 5 - ano 4, 18-42 p.

Souza, C. A.; Sousa, J. B. (2010). Pantanal mato-grossense: origem, evolução e as características atuais. Revista Eletrônica da associação Brasileira dos Geógrafos – Seção Três Lagoas – MS, Três Lagoas, v. 11, p. 34-54.

Vasconcelos, R. F. B.; Cantalice, J. R. B.; Silva, A. J. N.; Oliveira, V. S.; Silva, Y. J. A. B. (2010). Limite de consistência e propriedades químicas de um Latossolo amarelo distrocoeso sob a aplicação de diferentes resíduos de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34:639-648.



## **SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTÍSSIMO AFLUENTE DO RIO JAURU – MATO GROSSO: RECONHECIMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS**

J. B. Sousa <sup>(a)</sup>, C. A. Souza <sup>(b)</sup>, M. A. P. Pierangeli; W. C. S. Paula <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso – IFMT Campus Cáceres prof Olegário Baldo  
jubertobabilonia@yahoo.com

<sup>(b)</sup>Curso de Geografia - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
celiaalvesgeo@globoblog.com

<sup>(c)</sup>Departamento de Zootecnia -Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>(e)</sup>Departamento de Geografia - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
willtmt15@gmail.com

### **Resumo:**

O presente trabalho objetivou classificar dois tipos de solos encontrados na sub-bacia hidrográfica do córrego Santíssimo, afluente do rio Jauru – Mato Grosso, visando gerar informações que possam contribuir para minimizar impactos ambientais ocasionados pela ocupação humana, no entorno das nascentes. Para tanto foram analisados os aspectos pedológicos em trabalho de campo, bem como, determinação laboratorial de atributos físicos e químicos do solo. Os solos foram classificados como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico plântico e Neossolo Regolítico Eutrófico típico. Análises de variáveis como pH, matéria orgânica, textura e a saturação por bases indicaram as condições reais de potencial e limitações aos usos diversos. O estudo mostrou que as condições atuais das nascentes variam em função dos aspectos ligados às atividades humanas e aos elementos geofísicos presentes no entorno de cada uma delas. É fundamental adequar o uso do solo às suas potencialidades advindas das características morfológicas, físicas e químicas dos solos.

**Palavras-chave:** físicos e químicos; reconhecimento e classificação; sub-bacia hidrográfica

### **1. Introdução**

Uma sub-bacia hidrográfica é formada por uma série de elementos inter-relacionados, tais como: geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação. Além desses aspectos intrínsecos à formação física, há também a necessidade de analisar os impactos sócioambientais causados pela ação humana, os quais podem comprometer a integridades dos componentes anteriormente citados, especialmente o solo e a vegetação (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Portanto, o estudo do solo é indispensável à elaboração de planos e práticas de conservação e desenvolvimento sustentável para uma bacia hidrográfica, conforme preconizado pela Agência Nacional das Águas (ANA). Quanto a este aspecto, o levantamento e a classificação dos solos apresentam expressiva relevância, pois, possibilitam obter e sintetizar importantes informações concernentes à indicação de ocupação adequada, levando em consideração todo o ambiente (RESENDE *et al.*, 1997). Segundo esses autores, a classificação do solo é uma importante ferramenta para previsão, visando, portanto, o controle de problemas como a erosão, ponto

básico às estratégias de preservação e conservação dos cursos de águas e nascentes assim como do próprio solo.

Nesse sentido, a descrição e conhecimento das características físicas e químicas do solo tornam-se cada vez mais necessárias, sendo fundamentalmente importantes tanto para o reconhecimento da forma de manejo mais adequado ao solo quanto para a cultura ou atividade que se adapta melhor ao solo, dentre outros (PRADO, 1993; LEPSCH, 2002).

Para SANTOS (*et al.*, 2005), a descrição morfológica de um solo, feita através da descrição criteriosa de um perfil, possibilita uma visão integrada do solo na paisagem (SANTOS *et al.*, 2005), permitindo a aquisição de informações pedológicas essenciais à classificação desse solo, além de indicar suas limitações e potencialidades (PRADO, 1993). É a base, portanto, para a ocupação sustentável da bacia hidrográfica evitando-se as perdas de solo por processos erosivos, protegendo os cursos de água do assoreamento (BERTONI & LOMBARDI, 1999; LEPSCH, 2002).

Nos estudos realizados sobre classificação, gêneses e química, evidenciou algumas pesquisas realizadas por CARMO *et al.* (2012), CORINGA *et al.* (2012), COUTO *et al.* (2010), VASCONCELOS *et al.* (2010), SOUSA E SOUZA (2013) e SILVA *et al.* (2008).

A sub-bacia hidrográfica do córrego Santíssimo localiza-se na porção sudoeste do estado de Mato Grosso nos municípios Jauru e Figueirópolis D' Oeste. Intensa ocupação dessa região, decorrente de fluxos migratórios, iniciou-se por volta da década de 60 do século XX, intensificando-se a partir dos anos 70 pelos programas de incentivo à ocupação promovida pelos governos federal e estadual das terras que até então eram devolutas (Souza *et al.* 2012).

Dessa forma, o presente trabalho objetivou realizar levantamento e classificação de solo próximo de duas nascentes na sub-bacia hidrográfica do córrego Santíssimo. As informações obtidas poderão contribuir com medidas de uso e restrições, visando diminuir os impactos gerados pela atividade de pecuária extensiva.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Área de estudo**

Os estudos pedológicos foram realizados próximo de duas nascentes na bacia hidrográfica do córrego Santíssimo afluente do rio Jauru, no Sudoeste do Estado de Mato Grosso. A sub-bacia hidrográfica do córrego Santíssimo possui área aproximada de 1.107 km<sup>2</sup> e localiza-se na região sudoeste do estado de Mato Grosso, entre as coordenadas 15°42'00" a 15°15'00" latitude sul e 58°03'05" a 59°07'30" longitude oeste. O perfil 1 encontra-se a montante à nascente 1 e o perfil 2 encontra-se próximo a nascente 2 (Figura 1)

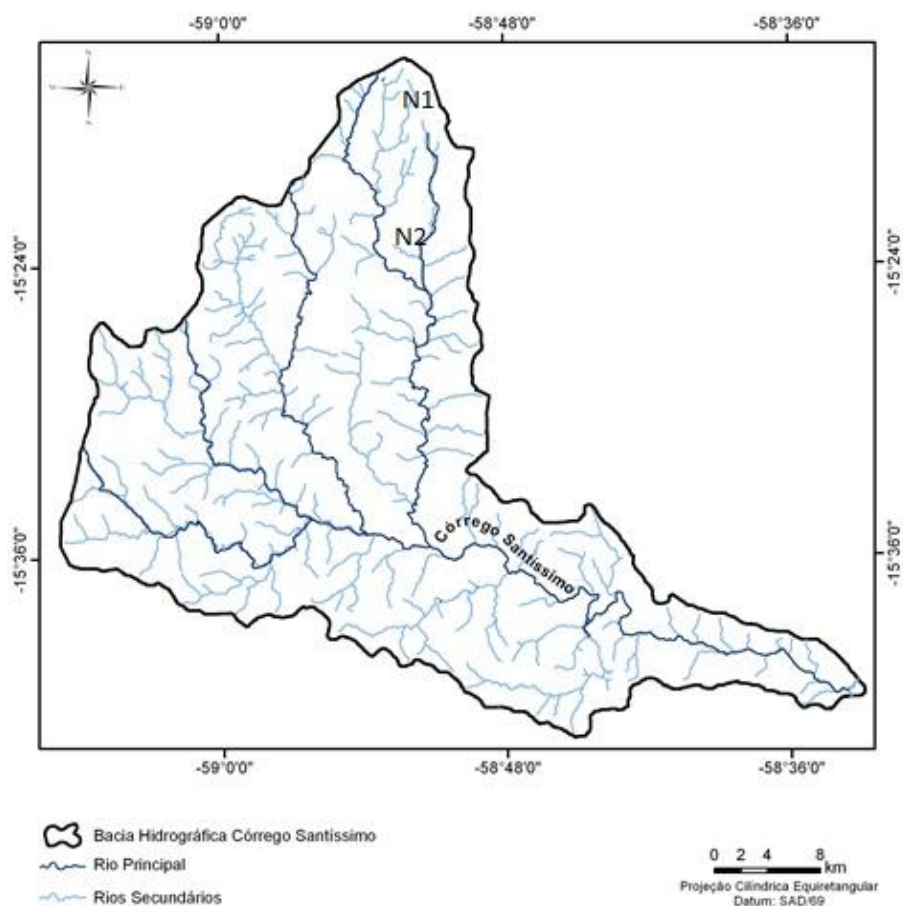


Figura 1- Localização das nascentes na bacia hidrografia do córrego Santíssimo

## 2.2. Procedimentos metodológicos

### 2.2.1. Aspectos pedológicos

Para analisar os aspectos pedológicos do entorno dos afloramentos de água, foram avaliados a morfologia e alguns atributos químicos e físicos do solo de cada nascente.

Realizou-se trabalho de campo em setembro 2010, com o intuito de descrever perfis de solo (Perfil 1 e 2) e coletar amostras para análises físicas e químicas.

Foram descritos dois perfis de solo em área representativa da sub-bacia hidrográfica do córrego Santíssimo, sendo o primeiro (Perfil 01) localizado em ambiente de pastagem, próximo a nascente, na área de expansão urbano da cidade de Jauru - MT. O segundo (Perfil 02) encontra-se no médio curso do córrego Santíssimo, na estrada para Mirassolzinho, no município de Figueirópolis D'Oeste - MT. Os perfis foram descritos conforme SANTOS *et al.* (2005) e classificados segundo as normativas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

### 2.2.2. Determinações de laboratório

As amostras 10 de todos os horizontes foram encaminhadas para análises físicas e químicas, as quais foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos (LAS) da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat) no município de Pontes e Lacerda-MT.

Conforme EMBRAPA (2006), todas as determinações relativas à fertilidade do solo foram realizadas: textura (método da pipeta);  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  ( $\text{KCl}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$ ); acidez potencial (solução SMP); P e  $\text{K}^{+}$  (Mehlich 1), sendo o P quantificado por colorimetria, após reação com molibdato de amônio; carbono orgânico (CO) (oxidação via úmida com  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,4 mol  $\text{L}^{-1}$ ), sendo a MO obtida, multiplicando-se o valor do CO por 1,724. Alguns parâmetros como a capacidade de troca de cátions total (CTC a pH 7,0) e efetiva ( $\text{CTC}_{\text{efe}}$ ), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) foram calculados para todas as amostras. No estudo da densidade do solo, adotou-se o método do anel volumétrico (EMBRAPA, 2006).

As análises físicas foram realizadas de acordo com os métodos do Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 2006) no que concerne à análise textural. A fração argila foi determinada pelo método da pipeta e a fração areia foi separada em uma peneira de malha 0,053 mm.

## 3. Resultados e discussão

### 3.1. Características morfológicas

A partir das descrições realizadas no campo, tornam-se possíveis algumas considerações a respeito do potencial de uso e ocupação dos solos inseridos na sub-bacia. A seguir, são apresentadas as fichas de descrições dos perfis dos solos estudados. Perfil 1 (Quadro 1; Figura 2) e Perfil 2 (Quadro 2, Figura 3).

**Quadro 1.** Descrição pedológica do perfil 1 de solo representativo da bacia hidrográfica do Santíssimo, município de Jauru

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico Plíntico Distrófico, proeminente textura areia franca, fase Contato Cerrado Floresta, relevo suave ondulado.	
UNIDADE DE MAPEAMENTO: RQgd.	
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTRADA: Em frente à Avenida Brasil, a 50 m, Fazenda Figueirópolis. Jauru, no Estado de Mato Grosso	
CLIMA: Aw, da classificação de Köppen.	
ALTITUDE: Em torno de 210 m	
LITOLOGIA: Arenito.	
FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Xingu.	
MATERIAL DE ORIGEM: Produto da alteração do material supracitado.	
PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.	
ROCHOSIDADE: Não rochosa	
RELEVO LOCAL: Suave ondulado.	
RELEVO REGIONAL: Suave ondulado e ondulado.	
EROSÃO: Moderada, com sulcos ocasionais profundos.	
DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.	
SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado em barranco de açude, sob vegetação de capim <i>brachiaria</i>	
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Contato Cerrado Floresta.	
USO ATUAL: Pastagem com <i>brachiaria</i> .	
DESCRITO E COLETADO POR: Diane Cristina Stefanoski, Juberto Babilônia Sousa e Aldo Max Custódio.	
<b>DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA</b>	
<b>Ap</b>	0 – 13 cm, coloração variegada, composta de glei muito escuro (7,5YR 3/1) bruno-escuro (7,5YR 3/2) e acinzentado escuro (7,5YR 4/1); areia franca; em blocos subangulares pequenos a grandes; fraca; solta; não pegajosa; não plástica; transição plana e gradual (Figura 1 e 2).
<b>Cg1</b>	13 – 30 cm, coloração variegada, composta de bruno-escuro (10YR 3/3, úmido) e bruno-acinzentado escuro (10YR 4/2, seco); areia franca; em blocos subangulares pequenos a grandes; fraca; solta; não pegajosa; não plástica; transição plana e gradual.
<b>Cg2</b>	30 – 50 cm, coloração variegada, composta de bruno- forte (10YR 3/3, úmido) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, seco); areia franca; em blocos subangulares pequenos a grandes; fraca; solta; não pegajosa; não plástica; transição plana e gradual.
<b>Cg3</b>	50 – 70 cm, coloração variegada, composta de cinza-escuro (5YR 4/1, úmido) e vermelho-acinzentado (5YR 5/1, seco); areia franca; em blocos subangulares pequenos a grandes; fraca; solta; não pegajosa; não plástica; transição plana e gradual.
<b>Crg</b>	70 – 80+ cm, coloração variegada, composta de (5YR 4/1, úmido) cinzento (5YR 6/1, seco); franco-argilo-arenosa e cinza escuro; pegajosa; não plástica.
<b>RAÍZES:</b> Em todos os horizontes comuns, finas a médias fasciculadas.	
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Comum na área, a presença de quartzo rosa. Não foi coletado solo para análises no horizonte Crg.	

As características morfológicas obtidas em campo vão além dos horizontes em si, abrangendo a paisagem, o que proporciona meios para interpretar a dinâmica que envolve o ambiente. A presença de erosão próxima ao Perfil 01 é indicativa das consequências da manutenção de áreas sem a proteção oferecida pela cobertura vegetal, além do solo apresentar uma textura, predominantemente arenosa o que eleva a instabilidade dos agregados.



**Quadro 2.** Descrição pedológica do perfil 2 de solo representativo da bacia hidrográfica do Santíssimo, no município de Figueirópolis D'Oeste, no Estado de Mato Grosso, Brasil.

CLASSIFICAÇÃO: NEOSSOLO REGOLÍTICO Típico Eutrófico proeminente textura areia franca fase Floresta Subtropical relevo suave ondulado.	
UNIDADE DE MAPEAMENTO: RRe.	
LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTRADA: Estrada para Mirassolzinho, em frente a placa Estância Bom Jesus, do lado direito da estrada, a 100 m do córrego Santíssimo. Figueirópolis D'Oeste-MT.	
SITUAÇÃO E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: Descrito e coletado em barranco de estrada, sob vegetação de capim <i>brachiaria</i> .	
ALTITUDE: Em torno de 210 m.	
CLIMA: Aw, da classificação de Köppen.	
LITOLOGIA: Arenito, quartzito, gnaiss.	
FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Xingu.	
MATERIAL DE ORIGEM: Produto da alteração do material supracitado.	
PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.	
ROCHOSIDADE: Não rochosa.	
RELEVO LOCAL: Suave ondulado.	
RELEVO REGIONAL: Suave ondulado e ondulado.	
EROSÃO: Não aparente.	
DRENAGEM: Bem drenado	
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Subtropical.	
USO ATUAL: Pastagem com <i>brachiaria</i> .	
DESCRITO E COLETADO POR: Diane Cristina Stefanoski, Juberto Babilônia Sousa, Aldo Max Custódio.	
<b>DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA</b>	
<b>Ap</b>	0-13 cm, cinzento muito escuro (5YR 3/1); franco arenosa; blocos subangulares pequenos a grandes; fraca; solta; não pegajosa; não plástica; transição plana e gradual.
<b>AC</b>	13-34 cm, cinzento muito escuro (5YR 3/1); areia franca; blocos subangulares pequenos a grandes; fraca; solta; não pegajosa; não plástica; transição plana e gradual.
<b>CA</b>	34-52 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/2); areia franca; em blocos subangulares pequenos a grandes; fraca; solta; não pegajosa; não plástica; transição plana e gradual.
<b>C</b>	52-70 cm, bruno (7,5YR 4/4); areia franca; em blocos subangulares pequenos a grandes; fraca; solta; não pegajosa; não plástica; transição plana e abrupta.
<b>Cr</b>	70-110 cm+, coloração variegada, composta de bruno forte (7,5YR 5/8, úmido e 7,5YR 4/6, seco); areia franca; fraca; solta; não pegajosa; não plástica.
Observações: Abundantes e muito finas a médias no horizonte Ap, AC são comuns finas a médias, CA e C são poucas muito finas a médias, Cr não possui raízes.	

Ao aprofundar o perfil, a percepção de aumento da umidade do solo indica a proximidade ou uma maior flutuação do lençol freático e, portanto, de ambiente hidromórfico, o que é condizente com o ambiente de nascente, evidenciado pela coloração diversa/variada dos horizontes com manchas de plintitas num fundo acinzentado ou gleizado (Figura 2), o que permite o adjetivo indicativo desse processo genético.



Figura 2 - A) Paisagem de ocorrência B) Perfil do NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico plúntico

O Perfil 2 encontram-se próximo de uma estrada, o terreno possui declividade, sem empoçamento de água, a nascente próxima é de encosta. Registaram-se processos erosivos no seu entorno, estando relacionado ao uso da terra (Figura 3).

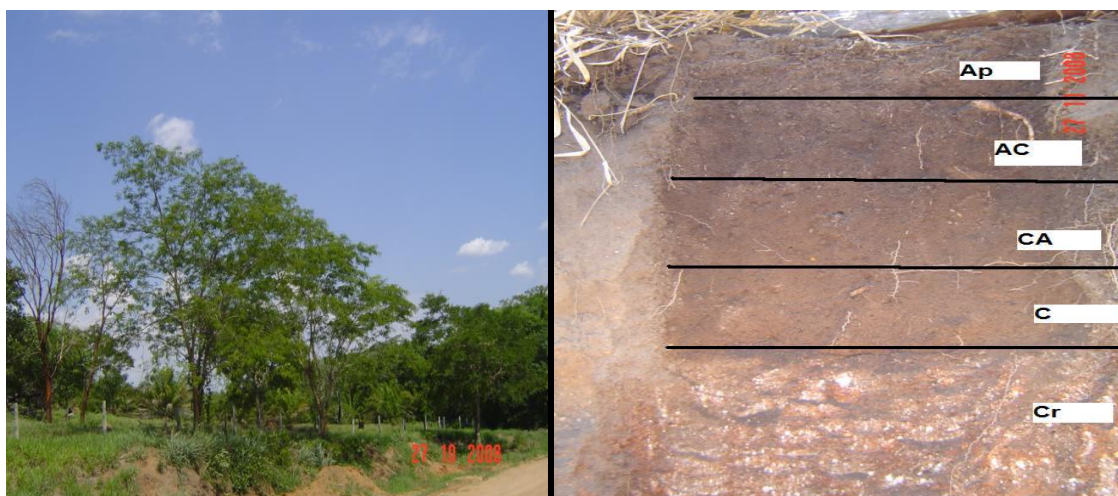


Figura 3 - A) Paisagem de ocorrência B) Perfil do Neossolo Regolítico Eutrófico típico

Ambos os solos apresentam uma boa profundidade efetiva, o que não oferece impedimento ao desenvolvimento de raízes para as principais culturas de ciclo curto. Cuidado deve ser dado a culturas perenes com sistemas radiculares acima de 70 cm, limite este em que apresentam horizontes Cr, o que pode, em razão de suas características de baixo intemperismo ou presença do material de origem próximo à superfície, oferecer barreira física ao pleno desenvolvimento radicular. Os dois perfis possuem alta relação silte/argila, o que demonstra o seu menor grau de desenvolvimento pedogenético, condizente com a classe dos Neossolos.

Os primeiros horizontes de ambos os perfis apresentaram, em campo, cor escura que denota a presença de matéria orgânica, a qual é mantida pela pastagem cultivada nessas áreas, embora o solo do Perfil 1 seja de baixa fertilidade, a ciclagem de nutrientes realizada pela vegetação é essencial à manutenção da mesma, aumento da estabilidade da estrutura e proteção contra a erosão (principalmente no que tange à proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva). Nesse caso, o uso com pastagens é adequado, pois as mesmas normalmente apresentam alta rusticidade, se adaptando a solos de baixa fertilidade.

O uso deste solo para pastagem é adequado. No entanto, é necessário ressaltar a importância do manejo, pois, ao se tratar de erosão (que é favorecida pelo tipo de textura arenosa e a morfologia local, isto é, o relevo suave ondulado), em especial a laminar, o desgaste das primeiras camadas do solo implica diminuição da fertilidade e perda de nutrientes, mas também ocorre a perda na capacidade de troca catiônica oferecida pela matéria orgânica, considerando-se que são solos de textura essencialmente arenosa e com baixa capacidade de troca catiônica; além disso, há prejuízos em termos de estrutura dos solos, particularmente, devido à capacidade de agregação da matéria orgânica.

Ambos os perfis correspondem à classe de solo NEOSSOLO, sendo o Perfil 01 classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO caracterizado por sua textura arenosa com valores de argila inferiores a 15% e, portanto, estão de acordo com os critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) para definição desta classe (Tabela 1).

Quanto ao Perfil 02 é classificado como NEOSSOLO REGOLÍTICO devido seu contato mais próximo com o material de origem, com 5% ou mais do volume da massa do horizonte Cr dentro de 150 cm de profundidade (EMBRAPA, 2006).

### **3.2. Características físicas e químicas**

A característica física dos solos estudados encontra-se na Tabela 1. Em ambas as classes predomina a classe textural areia franca, exceto o horizonte superficial do perfil 2, que possui a classe franco arenosa. A presença de tocos baixos de argila, que diminui a adesão das partículas, tendem a elevar o poder erosivo desses solos.

**Tabela 1.** Características físicas dos Perfis 01 e 02

Horizonte Profundidade (cm)	Areia (dag kg <sup>1</sup> )	Silte (dag kg <sup>1</sup> )	Argila (dag kg <sup>1</sup> )	Classe Textural
<b>Perfil 01 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico Plíntico</b>				
Ap 0 - 13	78,43	15,22	6,34	Areia Franca
Cg1 13 - 30	79,27	15,10	5,63	Areia Franca
Cg2 30 - 50	77,20	16,45	6,34	Areia Franca
Cg3 50 - 70	79,65	15,82	4,52	Areia Franca
Crg 70 - 80 <sup>+</sup>	-	-	-	-
<b>Perfil 02 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico Típico</b>				
Ap 0 - 13	62,51	19,01	18,47	Franco Arenosa
AC 13 - 34	75,88	13,29	10,82	Areia Franca
CA 34 - 52	78,66	14,98	6,35	Areia Franca
C 52 - 70	79,50	16,01	4,48	Areia Franca
Cr 70 - 110 <sup>+</sup>	82,87	16,89	0,23	Areia Franca

As análises químicas de ambos os perfis (Tabela 2) mostram que o pH do solo se encontra na faixa ideal para o desenvolvimento da maioria das culturas. A saturação por bases (V) indica uma boa fertilidade natural do solo do perfil 2. O Perfil 01, na profundidade de 13 a 50 cm, apresenta saturação por alumínio (m), o que pode constituir um empecilho ao cultivo.

**Tabela 2.** Características químicas dos Perfis 01 e 02

Hor iz	Prof	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	T	V	m	MO
	cm	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-33</sup>											
<b>Perfil 01 – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico Plíntico</b>														
Ap	0-13	5,3	2,1	113	1,8	0,4	0,2	3,5	2,5	2,7	6,0	42,2	7,3	1,7
Cg1	13-30	5,3	0,6	25,5	0,6	0,5	0,2	2,3	2,5	2,7	3,5	34,1	14,4	0,7
Cg2	30-50	5,3	0,7	25,5	0,9	0,4	0,2	2,7	2,5	2,7	4,0	33,7	12,9	0,6
Cg3	50-70	6,1	2,2	25,5	1,0	0,1	0,0	1,5	2,5	2,7	2,7	44,6	0,0	0,4
<b>Perfil 02 – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico Típico</b>														
Ap	0-10	6,4	3,5	45,4	1,2	0,5	0,0	1,5	1,8	1,8	3,3	54,0	0,0	0,4
AC	13-34	5,8	6,7	125,0	5,0	1,6	0,0	2,1	1,8	1,8	9,0	77,3	0,0	2,2
CA	34-52	6,4	1,2	25,5	4,2	0,7	0,0	1,4	1,8	1,8	6,3	78,4	0,0	1,3
C	52-70	7,2	1,4	25,5	2,7	0,6	0,0	0,9	1,8	1,8	4,4	78,7	0,0	0,7
Cr	70-110 <sup>+</sup>	7,1	2,4	25,5	1,4	0,7	0,0	0,9	1,8	1,8	3,0	70,8	0,0	3,8

O Perfil 02 diferencia-se do Perfil 01 tanto pela ausência de hidromorfismo como pela alta saturação por bases, fato que justifica o caráter eutrófico ao solo do Perfil 2. Essa elevada saturação ocorre devido ao distinto material de origem dos perfis (arenito no Perfil 01 e associação de arenito, quartzito e biotita-gnaiss no Perfil 02). O Perfil 02 possui elevados teores de potássio, o que influenciam diretamente na saturação por bases. Esta constatação se deve à presença de mica, mineral proveniente do gnaiss e que possui potássio em sua composição, o qual é disponibilizado no solo para as plantas devido ao intemperismo.

Os maiores teores de Cálcio, o que ajuda a explicar a maior saturação por bases. A alta saturação por bases apresentada no Perfil 02, também ocorre devido a menor intemperização,

característica esta de solos pouco evoluídos como os Neossolos e, principalmente, em razão da participação da biomassa contribuindo para elevação dos teores de bases.

O tipo de material de origem e sua proximidade à superfície originando solos “jóvens” (baixo índice de intemperismo) resultou em solos com menores teores de alumínio trocável (apenas os horizontes Ap e Cg1 do Perfil 01 apresentaram saturação por alumínio e, mesmo assim, baixa), o que possivelmente estaria afetando negativamente a acidez do solo e, portanto, o pH. Observa-se que, em ambos os perfis, o pH está na faixa entre 5,3 e 6,4 nos horizontes mais superficiais, o que é positivo para a prática da agricultura no momento em que reduz os custos, especialmente com calagem, para corrigir a acidez do solo.

O Perfil 02 possui, como particularidade, a maior quantidade de matéria orgânica no horizonte AC do que no Ap, o que sugere a possibilidade do solo ter sido removido. Aparentemente, tal fato não resulta negativamente na capacidade de uso deste solo para atividade agrícola, pois, conforme as análises químicas efetuadas, este solo apresenta maior saturação por bases nos horizontes sub-superficiais. Entretanto, é fundamental preservar a estrutura dos solos, evitando os processos erosivos negativos. No ambiente deste perfil, a cobertura vegetal atual é a pastagem, o que está de acordo com a capacidade de uso inerente a esta classe de solo.

#### **4. Conclusão**

A atividade predominante da bacia hidrográfica do Santíssimo é a pecuária extensiva. Os solos descritos foram classificados como: Perfil 01 - Neossolo Quartzarênico Hidromórfico plúntico e Perfil 02 - Neossolo Regolítico Eutrófico típico. As suas características morfológicas, físicas e químicas mostram que é importante adequar o uso do solo as suas potencialidades. A erosão é um dos fatores responsáveis pela degradação de áreas e, muitas vezes, é resultado do manejo inadequado à classe de solo, assim como o uso em desacordo com sua aptidão. Todavia, o processo erosivo é um processo natural, mas não é exclusivo das atividades agrícolas; o uso urbano, por sua vez, contribui para o aceleração deste processo, causando prejuízos graves às nascentes e canais fluviais. Assim, torna-se essencial o estudo dos solos, de suas características morfológicas, físicas e químicas, potencialidades e tipos de usos para que haja conformidade do uso com as características intrínsecas ao tipo de solo.

#### **5. Referências bibliográficas**

- Bertoni, J.; Lombardi, F. (2012). *Conservação do Solo*. 4 ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.
- Carmo, C. M.; Santos, F. A. S.; Barbizan, O. A.; Souza, C. A.; Pierangeli, M. A. P. Atributos químicos e físicos de solos de barrancos do rio Paraguai em Cáceres. In: Souza, C. A (Org.). *Bacia hidrográfica do rio Paraguai – MT: Dinâmicas das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. São Carlos. Editora Cubo, 149-158pg.

Christofolletti, A. Geomorfologia. São Paulo: Editora Blucher, 1980. 65-101p.

Coringa, E. de A. O.; Couto, E. G.; Perez, X. L. O.; Torrado, P. V. (2012). Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. Acta Amazônica, v. 42, n. 1, p. 19-28, <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000100003>

Couto, E. G.; Oliveira, V. (2010). The soil diversity of the Pantanal, In: JUNK, W. J.; DA Silva, C. J.; Nunes DA Cunha, C.; Wantzen, K. M. (Org.). The Pantanal of Mato Grosso: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland. Sofia: Pensoft, p. 40-64.

EMBRAPA. (2006). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 412 p.

EMBRAPA. (2006). Empresa Brasileira DE Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Rio de Janeiro, 399 p. 2006.

Lepsch, I. F. (2002). Formação e Conservação dos Solos. São Paulo: Oficina de Textos, 178 p.

Prado, H. do. (1993). Manual de Classificação de Solos no Brasil. Jaboticabal: Funep, 218 p.

Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S. B.; Corrêa, G. F. (1997). Pedologia: Base para distinção de ambientes. 4 ed. Viçosa: NEPUT, 338 p.

Santos, R. D. *et al.* (2005). Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. 5 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 92 p.

Silva, J. G.; Valadão Júnior.; Bianchini D. D.; A. Azevedo, E. C.; Maia, J. C. de S. (2008). Avaliação de atributos físicos-hídricos em Latossolo Vermelho-Amarelo do cerrado mato-grossense sob diferentes formas de uso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32, 2135-2143 p.

SOUZA J. B.; SOUZA C. A. (2013). Caracterização morfológica e mineralógica de solos em ambientes de cordilheira e campo de inundação no pantanal de Poconé, Mato Grosso. Boletim Geográfico. Maringá, v. 31, n. 1, p. 53-66.

Souza, C. A. de.; Sousa, J. B. de.; Andrade, L. N. P. da S (2012). (Orgs). Bacia hidrográfica do rio Jauru – Mato Grosso: dinâmica espacial e impactos associados. São Carlos: RiMa Editora,

Vasconcelos, R. F. B.; Cantalice, J. R. B.; Silva, A. J. N.; Oliveira, V. S.; Silva, Y. J. A. B. (2010). Limite de consistência e propriedades químicas de um Latossolo amarelo distrocoeso sob a aplicação de diferentes resíduos de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34:639-648.



## **COR, TEXTURA E ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DE UM PERFIL DE SOLO À MARGEM DIREITA DO RIO PARAGUAI, NA BAIA DA CAMPINA, CÁCERES/MT**

M. A. P. Pierangeli<sup>(a)</sup>, T. M. Santos<sup>(a)</sup>, V. R. Pinto<sup>(a)</sup>, J. B. Sousa<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso  
mapp@unemat.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Agricultura, Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Mato Grosso  
jubertobabilonia@yahoo.com.br

### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi analisar a coloração, textura e atributos químicos da fertilidade de solo da margem direita do rio Paraguai. A área estudada localiza-se no Pantanal matogrossense em Cáceres-MT na margem direita do rio Paraguai, localmente conhecida como Baia da Campina. A vegetação de ocorrência da área de estudo é do tipo floresta estacional/cerrado e florestas aluviais, com presença de vegetação rasteira e arbustiva-arbórea. O perfil do solo da margem, com 98 cm de profundidade, foi dividido em oito camadas (A ao 7C7), foi classificado como Neossolo Flúvico Tb Endoeutrófico, de textura arenosa. As camadas apresentaram baixos teores de matéria orgânica e acidez média. Os valores da capacidade de troca de cátions efetiva variaram de baixo a muito bom, fato que contribuiu para a existência de uma vegetação rasteira e semi-arbustiva, aumentando a resistência do solo aos processos erosivos.

**Palavras chave:** Pantanal matogrossense, solos, rio Paraguai

### **1. Introdução**

Estudos que envolvem a caracterização de atributos morfológicos, físicos e químicos de solos permitem reunir informações sobre as propriedades do solo que poderão contribuir como base interpretativa da dinâmica natural dos canais fluviais.

O rio Paraguai, um dos rios mais importantes do Brasil, nasce na Chapada dos Parecis fluindo para áreas pantaneiras. Seus tributários percorrem uma ampla área de planície, exercendo papel significativo em modelar o relevo com o fluxo d'água. O Pantanal é classificado como uma imensa bacia de recepção de águas e sedimentos, devido à sua forma de anfiteatro (Souza, 2004). Esta planície pantaneira encontra-se no alto curso do rio Paraguai, sendo considerada uma imensa área de sedimentação e inundação, cuja fonte provém do planalto que a circunda (Souza, 2009).

O uso do solo local e a montante para diferentes fins, por exemplo, turismo, agricultura e pesca de barranco, promovem a alteração da cobertura vegetal natural das margens dos rios modificando a produção de sedimentos em várias ordens de magnitude, em comparação com área não perturbada (Morgan, 2005). Essa degradação de solos às margens do leito de rios (barrancos) pode causar alterações preocupantes na dinâmica fluvial, tais como mudança de



curso, diminuição da sua profundidade, perda de terrenos agricultáveis, aumento dos custos de dragagem etc. Além disso, pode haver o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos (Walker, 1999).

Segundo Souza e Cunha (2007) o fenômeno de alargamento dos canais fluviais é provocado pelos processos de erosão das margens que estão entre os elementos mais dinâmicos dos canais fluviais. Ainda sob este aspecto, Costa e Coelho (1990) afirmam que a retirada da vegetação ao redor dos rios acelera os processos erosivos e, conseqüentemente, promove o assoreamento, poluição e eutrofização dos cursos d'água. Cabe ressaltar que a dinâmica fluvial, principalmente aquelas resultantes dos processos erosivos são muito dependentes das características e propriedade dos solos das margens, as quais pode favorecer-los ou não.

Diante da importância ambiental do sistema, das modificações que os recursos hídricos e a dinâmica fluvial vêm sofrendo, da escassez de informação a respeito das características do rio e do solo que está situado às margens dos leitos, justifica-se a necessidade da realização de estudos que permitam um adequado conhecimento, para subsidiar o planejamento para o desenvolvimento sustentável (Sousa *et al.*, 2015).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a morfologia e os atributos físicos e químicos de um perfil de solo da margem direita do rio Paraguai, no município de Cáceres/MT, e sua contribuição na dinâmica fluvial.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Área de Estudo**

O estudo foi realizado em um perfil de solos na margem direita do rio Paraguai, nas coordenadas geográficas de 16°02'02.08" latitude Sul e 57°43'07.22" longitude Oeste, com altitude de 112 m na sub-região do Pantanal de Cáceres (Figura 1). Essa região, conhecida como sub-região do Pantanal de Cáceres, possui uma área de 12.456 km<sup>2</sup> ou 9,01% da planície pantaneira. Localiza-se no Noroeste do Pantanal brasileiro agregando áreas parciais dos municípios de Cáceres e Lambari D'Oeste (Abdon e Silva, 2006).

A área em estudo faz parte de um sistema complexo, que resulta uma vasta planície sedimentar com inundações periódicas e topografia plana. O rio Paraguai na região de Cáceres, Mato Grosso, caracteriza-se por um segmento em que o canal e a planície fluvial estão bem definidos, enquanto que o restante do curso desenvolve-se na área do Pantanal (Sousa *et al.*, 2015).

O clima da região de Cáceres caracteriza-se como Tropical com duas estações bem definidas (seca no inverno e úmida no verão), com temperatura média anual de 25° C. A precipitação média anual é de 1.323 mm ano<sup>-1</sup>. O período de janeiro a março é o mais úmido, com média

histórica mensal de 201 mm e o período entre setembro e outubro é o de maior índice de radiação solar, com temperatura média mensal de 25,1°C e 27,1°C e de mais baixa precipitação, com média de 51 mm a 82 mm (Silva *et al.*, 2007).

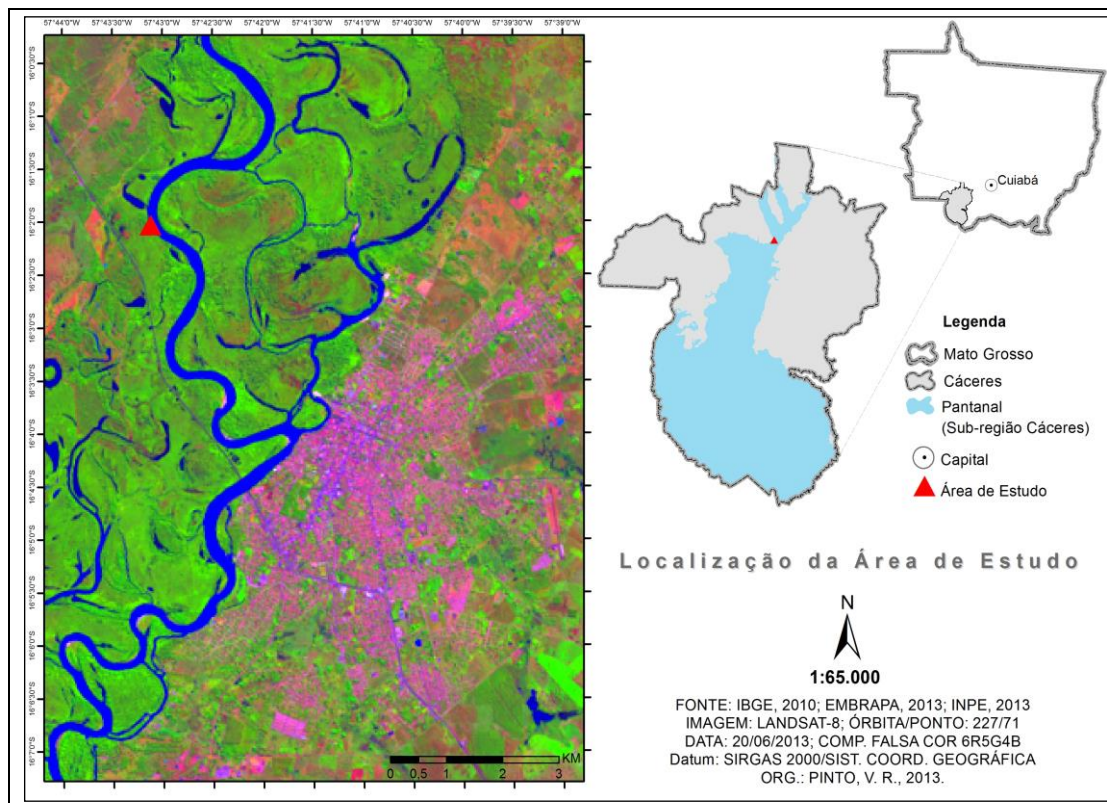


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo

Em relação aos aspectos relacionados à Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Vegetação da sub-região do Pantanal de Cáceres, Abdon e Silva (2006), em síntese, descrevem que: a) as principais ocorrências geológicas no Pantanal de Cáceres são, em ordem decrescente, Formação Pantanal, localizada na sua porção central e Aluviões Fluviais a Leste e a Oeste, que juntos, recobrem quase 100% da superfície. Há ocorrência, ainda, de morros residuais isolados; b) o Pantanal de Cáceres é uma extensa planície de acumulação, destacando-se as áreas de acumulação com inundações variáveis e as áreas de acumulação com planícies aluviais; c) as principais ocorrências pedológicas de acordo com classificação brasileira de solos são, em ordem decrescente, Plintossolo, Planossolo e Gleissolos, ocupando juntos, aproximadamente 98% da superfície da sub-região; e d) mais da metade da sub-região do Pantanal de Cáceres é coberta por vegetação natural de Cerrado, embora próximo ao rio Paraguai ocorra as Formações Pioneiras sob influência fluvial e também áreas de contato florístico do tipo ecótono, onde predomina a mistura das Formações Pioneiras com o Cerrado. A área antropizada é pequena, em

torno de 5% e refere-se a porções onde a vegetação natural foi substituída por pastagem cultivada, geralmente *Brachiaria humidicola*.

## 2.2. Procedimentos metodológicos

A descrição morfológica e coleta de solo para fins de determinação das variáveis físicas e químicas do solo foram realizadas conforme a metodologia indicada no Manual de descrição e coleta de solo no campo da Embrapa (Santos *et al.*, 2005). A coloração de cada horizonte do solo foi avaliada por comparação com escala padronizada utilizando-se a Carta de Munsell.

Após a descrição completa do perfil foram coletadas as amostras de cada horizonte, totalizando oito amostras, para a realização das análises físicas e químicas. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) campus de Cáceres e no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Cáceres. A análise física ou granulométrica do solo foi realizada utilizando o método da Pipeta (Embrapa, 1997) sendo feita a classificação textural de acordo com o triângulo de classes texturais utilizado pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS) (Embrapa, 2006).

Quanto aos atributos químicos foram avaliados os teores de Fósforo (P), Cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), Alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ), Potássio ( $\text{K}^{+}$ ), acidez potencial (pH em  $\text{CaCl}_2$ ), pH em água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e matéria orgânica do solo (MOS), de acordo com metodologias da Embrapa (1997). O P e o  $\text{K}^{+}$  foram extraídos por solução de Mehlich 1, sendo o P determinado por colorimetria e o  $\text{K}^{+}$  por espectrofotometria de chama; o  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Al}^{+3}$  foram determinados por titulometria, após extração com solução de  $\text{KCl}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  e a acidez potencial por titulometria, após extração com solução de acetato de cálcio tamponada a pH 7. De posse dos dados analíticos as variáveis CTC efetiva ( $\text{CTC}_{\text{efe}}$ ), CTC a pH 7,0 ( $\text{CTC}_{\text{pH7}}$ ), soma de bases (SB) e porcentagem de saturação por bases (V) e porcentagem de saturação por alumínio (m) foram calculadas.

## 3. Resultados e Discussão

O perfil de solo estudado está localizado em uma área de declive suave com presença de cobertura vegetal. A vegetação de ocorrência (Figura 2) é do tipo contato floresta estacional/cerrado e florestas aluviais, com presença de vegetação rasteira e semi-arbustiva próximo ao barranco. Essa região é uma área de depressão e recepção com idade geológica recente, sendo o solo formado sobre sedimentos fluviais advindos de outras áreas a montante. A pedregosidade e rochosidade nesta área são ausentes, uma vez que o ambiente em questão não permite a cimentação dos sedimentos.

O rio Paraguai apresenta-se de forma predominantemente meandrante, o que propicia um processo intenso de erosão na margem côncava e deposição na margem convexa e na planície de inundação (Sousa *et al.*, no prelo). Souza e Souza (2012) afirmam que a alternância no nível da água do rio Paraguai, altera a configuração do canal. No período das cheias ocorrem a remoção e remobilização de sedimentos, sendo que partes da água e dos sedimentos transportados vão para os canais secundários, baías e lagoas, ou transbordam para as planícies marginais. No período de estiagem a capacidade de transporte é reduzida, ocorrendo deposição de sedimentos no leito do rio, em canais secundários, baías, lagoas e planície.



Figura 2 - Perfil do solo analisado e a paisagem de ocorrência (vegetação) à margem direita do Rio Paraguai, Baía da Campina, Cáceres, MT, Brasil, maio de 2013.

O perfil do solo estudado, com 98 cm de profundidade, foi dividido em oito camadas (A ao 7C7), não sendo visualizada a atuação de processos pedogenéticos (Quadro 1). Tal fato se deve à dinâmica do rio, caracterizada por pulsos de inundação anuais, sempre trazendo e levando materiais. Dessa forma, o solo foi classificado como Neossolo Flúvico Tb Endoeutrófico. Em outro estudo Sousa *et al.* (2015), nas margens do rio Paraguai, verificaram a ocorrência dos seguintes tipos de solos: Plintossolo Argilúvico Eutrófico, Plintossolo Pétrico Litoplântico típico, Neossolo Flúvico Psamítico típico e Neossolo Quartzarênico Órtico típico.

Quadro 1 – Descrição morfológica parcial e textura do perfil de solo à margem direita do Rio Paraguai, Baía da Campina, Cáceres/MT, Brasil, maio de 2013

Perfil	Coordenadas	Horizontes	Textura Campo	Coloração <sup>1</sup>	Prof. (cm)	Textura (EMBRAPA, 2006)
Região da Baía da Campina	16° 02'02.08"S 57°43'07.22"W	A	Arenosa	5 YR 5/3:	0-10	Arenosa
		C1	Arenosa		10-22	Arenosa
		2 C 2	Arenosa		22-30	Arenosa
		3 C 3	Arenosa		30-38	Arenosa
		4 C 4	Siltosa		38-48	Franca
		5 C 5	Siltosa	10 YR 4/2 Bruno	48-70	Franca
		6 C 6	Arenosa		70-80	Arenosa
		7 C 7	Arenosa		80-98	Arenosa
<sup>1</sup> Refere-se a cor úmida; 5 YR 5/3 = Bruno avermelhado; 10 YR 4/2 = Bruno Acinzentado-escuro						

Como pode ser observado no Quadro 1, a textura que predomina ao longo do perfil do solo é arenosa. Isso resulta em uma estrutura do tipo grão simples, pouco coesa, intensamente susceptível aos processos erosivos. Conforme Sousa *et al.* (no prelo) a predominância de frações granulométricas mais grosseiras pode estar relacionado à deficiência do rio em transportar sedimentos mais grosseiros (areia). Isso ocorre, segundo Sousa (2003) devido às características de baixa declividade que, por sua vez, condiciona uma pouca velocidade do fluxo de água. Dessa forma, ocorre a deposição inicial de material mais grosseiro e carreamento do material mais fino (silte e argila), por suspensão, os quais são depositados mais à foz do rio.

A predominância da textura arenosa favorece o desmoronamento de blocos maiores do barranco (Sousa *et al.*, 2012), ocasionando a formação de meandros ou alargamento do rio, tal como pode ser observado no barranco estudado. No entanto, apesar da textura arenosa do solo, observa-se a manutenção da vegetação (Figura 2), fato que pode proporcionar uma maior estabilidade do barranco da margem, graças ao efeito agregador da matéria orgânica do solo. Nesse sentido, o processo de erosão neste caso, também pode ser favorecido pela retirada da cobertura vegetal do barranco e substituição por pastagem. Isso reforça a necessidade de preservação da mata ciliar, pois a retirada da vegetação natural, aliada ao uso inadequado do solo contribui para aumentar a erosão do barranco, considerando que em sistemas de pastagens mal estabilizadas o sistema radicular tende a oferecer menor resistência à erosão, aliada a grande energia da água no meandro que determina uma dinâmica maior das margens (Sousa *et al.*, 2012).

As cores do solo refletem, principalmente, a sua constituição mineralógica e a presença de MOS e condições de drenagem (Campos e Demattê, 2004). O perfil do solo estudado (Quadro 1) apresentou cores brunadas avermelhadas e brunadas acinzentadas, indicando a influencia de óxidos de ferro, MOS e de processos de gleização.

As amostras do solo do perfil, nas diversas camadas apresentaram características químicas distintas (Quadro 2), fato relacionado à deposição de materiais diferenciados ao longo do tempo. Os valores de pH em água variou de 5,1 a 6,4, caracterizando solos de acidez média e acidez fraca, respectivamente, conforme classificação de Ribeiro *et al.* (1999). Tal classificação, corrobora com estudo realizado por Santos *et al.* (2013). Esses autores afirmam que esta acidez se deve ao fato de que, normalmente, solos inundados periodicamente apresentam uma série de reações termodinâmicas que consomem mais  $H^+$ , elevando o pH do meio. Ressalta-se a acidez trocável nula em decorrência da ausência de  $Al^{3+}$  em todas as camadas. No entanto, todas as camadas apresentaram valores altos a muito altos de acidez potencial, representada por  $H + Al$ , a qual decresceu linearmente em função do pH do solo ( $R^2 = 0,8$ ). A elevada acidez potencial resultou, em média num incremento de 286% na  $CTC_{pH7}$  em relação à  $CTC_{efe}$ , enfatizando o caráter anfótero do solo estudado.

Quadro 2 - Valores médios de alguns atributos físicos e químicos do perfil de solo à margem direita do Rio Paraguai, Baía da Campina, Cáceres/MT, Brasil, maio de 2013.

Cama das	MOS <sup>1</sup>	pH H <sub>2</sub> O	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC efetiva	CTC pH 7,0	V	Areia	Silt e	Arg.
	dag/kg	-	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----								-----%-----			
A	0,48	5,9	13,4	0,08	1,4	0,6	0,0	7,9	2,08	2,08	9,98	21	90,9	6,4	2,8
C 1	1,09	5,1	17,6	0,11	3,3	1,0	0,0	13,7	4,41	4,41	18,11	24	65,5	27,3	7,2
2 C 2	2,64	5,5	13,7	0,16	6,2	1,9	0,0	13,7	8,26	8,26	21,96	38	37,2	51,0	11,8
3 C 3	1,15	5,7	12,0	0,15	5,6	1,8	0,0	9,8	7,55	7,55	17,35	44	54,9	36,0	9,1
4 C 4	1,55	6,0	11,7	0,19	7,5	3,4	0,0	8,8	11,09	11,09	19,89	56	26,7	59,6	13,7
5 C 5	1,49	6,1	9,5	0,23	7,3	4,2	0,0	8,8	11,73	11,73	20,53	57	29,6	53,0	17,4
6 C 6	1,61	5,8	11,1	0,20	5,2	3,4	0,0	8,8	8,8	8,8	17,6	50	53,1	34,6	12,4
7 C 7	0,46	6,4	8,7	0,07	2,0	0,8	0,0	7,0	2,87	2,87	9,87	29	87,9	8,6	3,5

<sup>1</sup> MOS = matéria orgânica do solo; SB = soma das bases; V= porcentagem de saturação por bases

Assim como ocorreu com a acidez, a disponibilidade de nutrientes variou entre as camadas (Quadro 2), conforme Ribeiro *et al.* (1999), exceto o P, cujos teores foram baixos em todas. Os teores de  $K^+$  variaram de baixo a alto, sendo mais elevados nas camadas intermediárias, enquanto os teores de  $Ca^{2+}$  variaram de alto a muito alto, exceto na primeira e ultima camada, cujos teores foram baixos. O  $Mg^{2+}$  foi alto em todas as camadas. Apesar dos valores altos das

bases, na maioria das camadas, a porcentagem de saturação por bases (V) variou de baixa a média (21 a 57%), conforme critérios de Ribeiro *et al.* (1999). Tal fato se deve, principalmente à CTC<sub>pH7,0</sub>, cujos valores variaram de alto (8,6 a 15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) a muito alto (> 15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

Com relação a MOS todas as camadas apresentaram baixos teores (Ribeiro *et al.* (1999), corroborando outros trabalhos realizados em solos do Pantanal mato-grossense (Coringa *et al.*, 2012). Os baixos teores de MOS em todo o perfil do solo podem estar associados ao fato de que a composição dessas camadas é em sua maioria arenosa, o que dificulta a retenção e preservação da MOS, deixando-a mais acessível à microbiota e aos processos de decomposição (Ferreira *et al.* 1999).

É importante ressaltar que a matéria orgânica produz muitos benefícios para o solo, melhorando suas propriedades químicas, físicas e biológicas (Silva *et al.*, 1999), sendo considerada fundamental para a manutenção da capacidade produtiva dos solos em qualquer ecossistema terrestre, melhorando do ponto de vista físico, a estrutura do solo, reduzindo a plasticidade e a coesão, aumentando a capacidade de retenção de água e a aeração.

#### 4. Conclusão

O perfil de solo no trecho estudado foi classificado como Neossolo Flúvico Tb Endoeutrófico, apresentando textura arenosa, com baixos teores de argila configurando a mesma estrutura de baixa ou nenhuma coesão. O solo em estudo apresentou porcentagem de saturação por bases baixa na camada superficial e média para as camadas intermediária o que reflete a deposição de materiais de diversa natureza, típicos desses solos, em função da dinâmica do rio. A predominância da textura arenosa predispõe a margem à erosão hídrica, embora as características químicas sejam favoráveis ao crescimento das plantas.

#### 5. Bibliografia

- Abdon, M.M., Silva, J.S.V. (2006). Fisionomias da Vegetação nas sub-regiões do Pantanal Brasileiro. INPE, Campinas: Embrapa Informática Agropecuária.
- Campos, R.J. e Demattê, J.A.M. (2004). Cor do solo: uma abordagem da forma convencional de obtenção em oposição à automatização do método para fins de classificação de solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 853-863, 2004.
- Coringa, E. de A.O., Couto, E.G., Perez, X.L.O., Torrado, P.V. (2012). Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. *Acta Amazonica*, 42, 19-28
- EMBRAPA (1997).- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, 212p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (2006). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de Solos*. Brasília: Embrapa. Produção de informações, Rio de Janeiro: Embrapa Solos,.

Ferreira, M.M., Fernandes, B., Curi, N. (1999). Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23, 515-523.

Morgan, R.P.C. (2005). *Soil erosion and conservation*. 3.ed. Malden: Blackwell,. 304p.

Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., Alvarez V. V. H. (1999). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 180 p.

Santos, F. A. S., Mariano, R. S. R., Pierangeli, M. A. P., Souza, C. A., Bampi, A. C. (2013). Atributos químicos e físicos de solos das margens do Rio Paraguai. *Revista Ambiente & Água*, 8(1), 239-249,

Santos, R. D., Lemos, R. C., Santos, H. G., Ker, J. C., Anjos, L. H. C. (2005). *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5 ed. Viçosa: SBCS, 100p.

Sousa, J. B. (2003). *Caracterização e gênese de solos em ambientes de cordilheira e campo de inundação periódica da sub-região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso*. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 72p.

SOUZA, C. A. (2004). *Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT*. Tese (Doutorado em Geografia)–Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 173 f.

Souza, C. A. de., Cunha, S. B. da. (2007). Pantanal de Cáceres - MT: dinâmica das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taiamã-MT. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas*, 1( 5), 18-42.

Souza, C. A., Vendramini, W. J., Souza, M. A. (2012). Assoreamento na baía do Sadao no rio Paraguai – Cáceres – Mato Grosso. *Cadernos de Geociências*, 2(9), 85-93.

Sousa, J.B., Pierangeli, M.A.P., Serafim, M.E., Souza, C.A. (2015). Atributos morfológicos, físicos e químicos de solos e processos erosivos nas margens do rio Paraguai, Pantanal Superior, Mato Grosso, Brasil. *Boletim de Geografia*, 33(1), 109-122.

Walker, J. (1999). The application of Geomorphology to the management of river-bank erosion. *Journal of Chartered Institution of Water and Environmental Management*, 13(4), 297- 300.





## APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE HACK E ANÁLISE DE PERFIS LONGITUDINAIS EM CANAIS FLUVIAIS DA CHAPADA UBERLÂNDIA-UBERABA, TRIÂNGULO MINEIRO-MG

V. B. Moreira<sup>(a)</sup>, A. Perez Filho<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP  
viniciusmoreira@ige.unicamp.br

<sup>(b)</sup>Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP  
archi@ige.unicamp.br

### Resumo

Índices morfométricos são importantes indicadores de mudanças no comportamento de canais fluviais, podendo sugerir os ajustes de fluxo que determinados cursos de água foram submetidos. A partir desta premissa foram aplicados o índice de Hack e a análise de perfis longitudinais, para identificar e caracterizar anomalias ou rupturas de relevo nos principais canais fluviais que drenam a chapada Uberlândia-Uberaba na região do Triângulo Mineiro-MG. O trabalho tem como objetivo apontar os agentes causadores e os processos vigentes que alteraram a dinâmica de fluxo dos referidos rios.

**Palavras-chave:** Morfometria, Índice de Hack, Perfil Longitudinal, Chapada Uberlândia-Uberaba, Canais Fluviais.

### 1. Introdução

A análise morfométrica fornece relevantes informações sobre aspectos morfológicos no âmbito das bacias hidrográficas e do canal fluvial. Parâmetros quantitativos contribuem para elucidação do comportamento da rede de drenagem, que, segundo Christofolletti (1969), possibilitam a compreensão de várias questões geomorfológicas. Neste trabalho a morfometria ajudará a entender processos que alteraram as dinâmicas e fluxos de canais fluviais.

De acordo com Etchebehere (2000), os índices morfométricos são importantes indicadores de mudanças dos cursos de água, pois estes reagem imediatamente a qualquer processo de deformação crustal que se apresente na paisagem, podendo apontar alterações do nível de base decorrentes de mudanças climáticas, ação tectônica e/ou ruptura litológica.

O perfil longitudinal de um rio pode ser analisado a partir do plano cartesiano, onde a inserção de dados do canal, elevação no eixo “Y” e comprimento do rio no eixo “X”, sendo representada por uma forma côncava. As rupturas abruptas dessa forma indicam anomalias do canal, que podem ter origem endógena ou exógena alterando o estágio de equilíbrio do rio (MONTEIRO et. al, 2014).

O índice morfométrico *Stream Gradient Index* ou índice SL (*Slope Length*), proposto por Hack (1973), tem sido amplamente difundido nas pesquisas geomorfológicas, sendo adaptado e

aplicado para várias situações, onde o objetivo é entender a dinâmica de fluxo e as alterações em perfil longitudinal dos canais fluviais. Inicialmente o autor propôs o índice para identificar alterações no canal de drenagem, como mudanças do substrato geológico, aporte de carga e tectonismo.

O objetivo deste trabalho consiste em identificar e caracterizar anomalias ou rupturas de relevo nos principais canais fluviais que drenam da chapada Uberlândia-Uberaba, por meio da morfometria, indicando seus agentes causadores e os processos vigentes que alteraram a dinâmica de fluxo dos referidos rios.

## 2. Caracterização da área de estudo

A chapada Uberlândia-Uberaba se localiza no Estado de Minas Gerais região do Triângulo Mineiro entre as cidades que dão origem a seu nome, enquadrada nas coordenadas: 18° 53' 53.95" Sul / 48° 19' 21.95" Oeste e 19° 43' 07.80" Sul / 47° 28' 02.65" Oeste (figura 1). A área corresponde ao compartimento denominado por Ab'Saber (1971) de "Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central" borda nordeste da bacia sedimentar do Paraná.

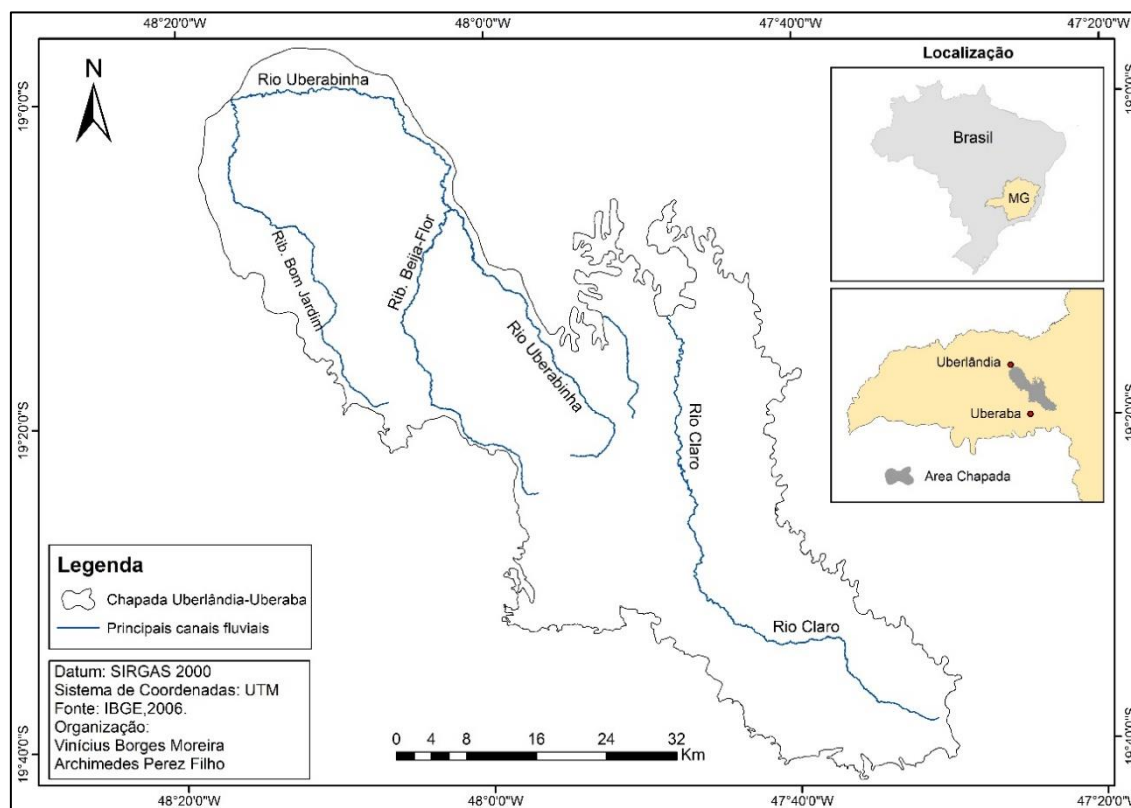


Figura 1 – Localização Chapada Uberlândia-Uberaba-MG  
Fonte: IBGE, 2006; adaptado pelos autores

Os principais rios que drenam a chapada Uberlândia-Uberaba, objetos de análise deste trabalho são: Rio Claro, Alto curso do Rio Uberabinha, Ribeirão Bom Jardim e Ribeirão Beija-Flor. A rede hidrográfica da área de estudo é diversificada, possuindo padrões que podem ser considerados paralelos/subparalelos correspondente as áreas mais elevadas e dendrítico nas áreas mais rebaixadas.

A litologia da região do Triângulo Mineiro é constituída por rochas sedimentares (Formação Botucatu, Grupo Bauru e depósitos cenozoicos), rochas metamórficas (embasamento pré-cambriano Complexo Goiano e Grupo Araxá) e magmáticas (Formação Serra Geral) (BARCELOS, 1984; NISHIYAMA, 1989). Porém as chapadas são basicamente compostas de arenitos da formação Marília (Grupo Bauru) recobertos por sedimentos Cenozoicos. Especificamente na chapada Uberlândia-Uberaba, ocorre em áreas mais rebaixadas afloramento da Formação Serra Geral, caracterizando-se como limite para outra unidade de relevo.

### 3. Materiais e métodos

Para a realização deste trabalho foram utilizadas 12 cartas topográficas elaboradas pelo IBGE na escala 1:50.000 do projeto SP/MG/GO, para extração da rede de drenagem e curvas de nível com equidistância de 20 metros, base para a elaboração dos perfis longitudinais e aplicação do índice de Hack. Também foi utilizado um mapa geológico na escala 1:1.000.000 (CODEMIG, 2014), que foi adicionado aos perfis longitudinais.

Com base no perfil longitudinal foi elaborado uma linha de tendência logarítmica, denominada como linha de melhor ajuste, que, quando sobreposta ao perfil longitudinal, auxiliou na identificação das anomalias.

Para calcular o índice de Hack de determinado trecho do canal (SLtrecho), foi utilizada a seguinte fórmula:  $SL_{trecho} = (\Delta h / \Delta l) * L$  conforme representado pela (figura 2).

Como intuito de obter o valor SL referente a todo o canal fluvial, foi utilizada a fórmula  $SL_{total} = \Delta A / \log L_{total}$ , sendo:  $\Delta A$  relação entre a diferença total de altitude da nascente à foz e  $\log L_{total}$  o logaritmo do comprimento total da drenagem (MONTEIRO et. al, 2014).

Ao dividir os valores de SLtrecho por SLtotal encontra-se o valor referente a anomalias do canal, descritas por Seeber & Gornitz (1983) *Apud* Etchebehere (2000). Estes autores classificam como anomalias de primeira ordem valores entre 2 e 10 e anomalias de segunda ordem valores acima de 10.

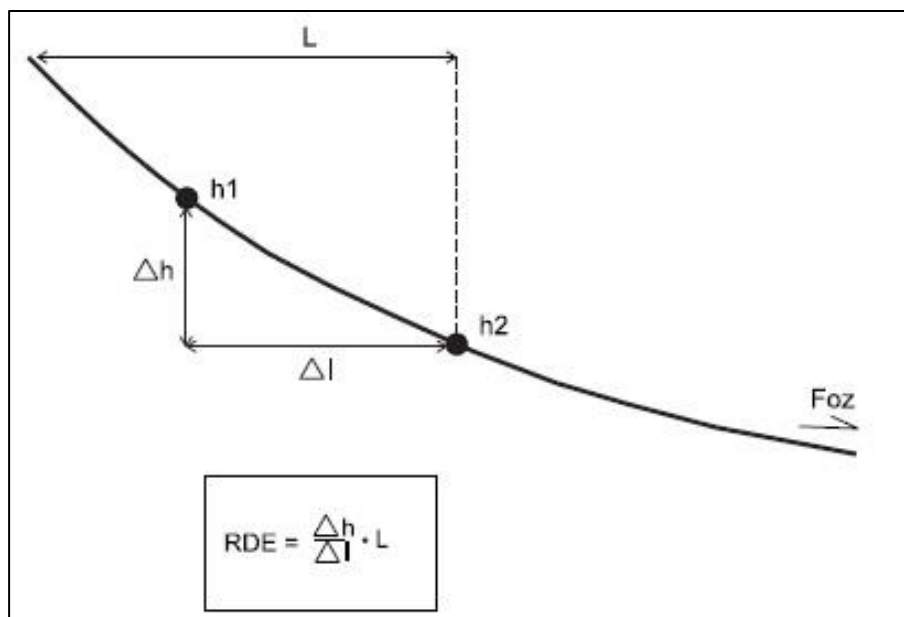


Figura 2 – Parâmetros utilizado para o cálculo do índice SLtrecho.

Fonte: Etchbehere (2006)

Todos os procedimentos descritos foram realizados nos *softwares* Arcgis 10.2.2 e Excel 2013. Posteriormente realizaram-se trabalhos de campo, onde foram observadas e confirmadas as anomalias e rupturas de relevo nos locais identificados em perfis.

#### 4. Resultados e discussão

Após a aplicação do índice de Hack nos principais canais fluviais da chapada Uberlândia-Uberaba, foram identificados trechos anômalos, referindo-se a rupturas ou “*kinick ponits*”, que podem interferir na dinâmica erosiva e, conseqüentemente, nos setores de deposição e erosão do rio. Este parâmetro juntamente com o perfil longitudinal, proporciona a interpretação da influência litoestrutural e climática sobre a drenagem que, de certo modo, conduzirá os padrões de sedimentação, e conseqüentemente da distribuição espacial destes sedimentos. Os trechos do perfil longitudinal que possuem concavidade próxima a linha de melhor ajuste demonstram condição de equilíbrio, ou seja, padrões não anômalos, que possivelmente não sofreram as influências descritas anteriormente.

Com a finalidade de obter uma análise geral do comportamento dos principais canais fluviais que compõem a rede de drenagem da chapada Uberlândia-Uberaba, os perfis foram analisados separadamente e depois correlacionados, identificando as anomalias e inferindo seus processos formadores.

O Rio Claro representado pelo perfil longitudinal (figura 3), possui mais de 110 km de comprimento, sendo o rio de maior extensão analisado. O perfil longitudinal deste rio possui os

maiores “*kinick ponits*” observados, com um pico máximo de anomalia com valor de SL igual a 436 no ponto reconhecido em campo como “cachoeira da fumaça”.

A partir da nascente, no km 5,4, pode-se observar o primeiro ponto de ruptura no perfil longitudinal, provavelmente ocasionado pela confluência de um tributário, modificando seu potencial erosivo, porém, não refletido no valor de SL. Os próximos pontos de ruptura do canal ocorrem a partir do quilometro 75 do perfil, onde fica nítido a influência do contato litológico<sup>1</sup> e fraturamento da rocha basáltica.

As rochas basálticas da Formação Serra Geral, foram formadas por derrames magmáticos horizontais e possuem diversas camadas subsequentes correspondentes aos períodos de ativação vulcânica, podendo ser identificadas no perfil longitudinal do rio (RADAMBRASIL,1983). O basalto se caracteriza por ser uma rocha extremamente fraturada, formando corredeiras e cachoeiras, quando aflorando no leito do canal fluvial.

A linha de melhor ajuste se distanciou do perfil longitudinal devido a grande diferença entre os patamares limite da chapada e área mais dissecada, não indicando movimento de “*horst and graben*”.

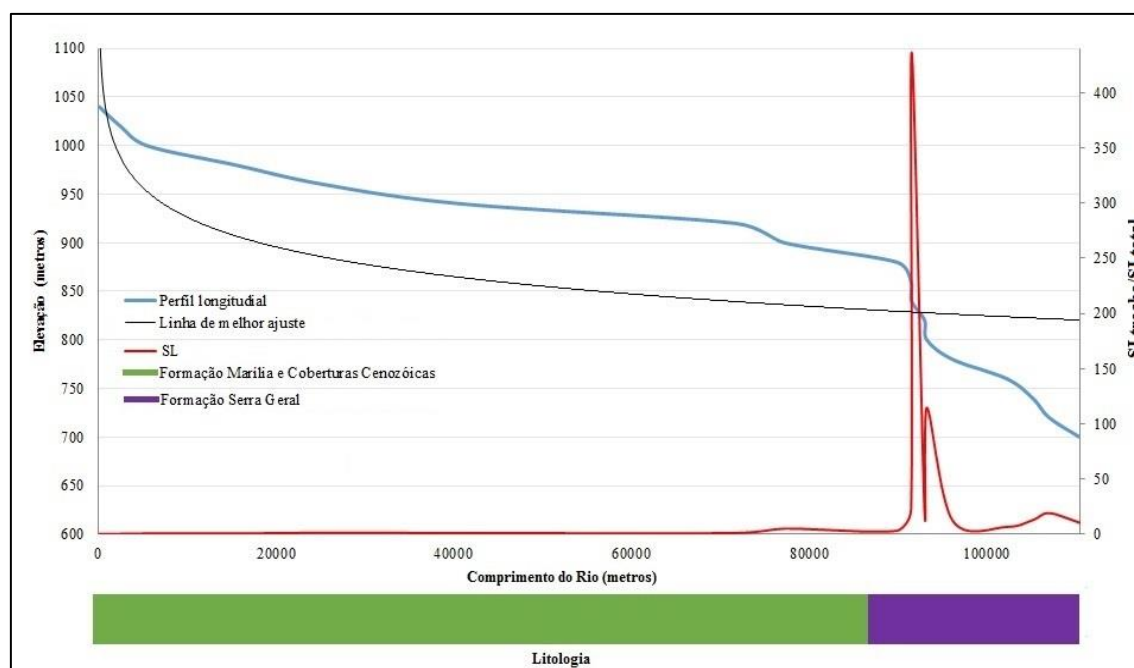


Figura 3 – Perfil longitudinal do Rio Claro  
Elaborado pelos autores

Com aproximadamente 98 km de comprimento o perfil longitudinal do alto curso do rio Uberabinha (figura 4), possui similaridades com o anterior, porém não apresenta valores de SL tão elevados, demonstrando uma transição mais suave entre contatos litológicos. Desde a nascente

os valores de SL sobem progressivamente ultrapassando o valor 2 no quilometro 41, apresentando portanto anomalia de primeira ordem. O valor do índice SL continua crescendo lentamente até apresentar um pico no km 90, que modifica o padrão do canal, indicando mudança da litologia sedimentar para o basalto, representado pela ruptura da “cachoeira do Sucupira”.

A falta de detalhe do mapa geológico pode estar mascarando o limite real entre os contatos litológicos. Durante os trabalhos de campo foi observado que a montante da “cachoeira do Sucupira”, existem muitos meandros abandonados e formação de baixos terraços fluviais, indicativo de pulsos climáticos recentes e/ou tectônica.

Batezelli (2003) elaborou o mapa de lineamentos da rede de drenagem para toda a região do Triângulo Mineiro, onde os principais direcionamentos encontrados foram NW-SE, identificando o padrão de drenagem como sub-paralelo e fortemente condicionado pelo substrato rochoso, justificando-os pelo histórico estrutural da região. As características encontradas em campo podem estar relacionadas as características estruturais citadas pelo autor. Movimentações tectônicas recentes atuante nas porções de alta e média bacia de todos os canais analisados, podem ter causado pequenas rupturas, direcionado a rede de drenagem, causando ajustes de fluxo e formando terraços fluviais.

A formação de baixos terraços fluviais correlacionado a pulsos climáticos holocênicos são alvos das pesquisas de Souza e Perez Filho (2015), Dias e Perez Filho (2015) e Storani e Perez Filho (2015). Segundo estes autores os níveis de baixos terraços fluviais encontrados nos rios Araguaá, Corumbataí e Mogi Guaçu no interior do Estado de São Paulo, foram formados durante o holoceno, por meio de pequenas oscilações ou pulsos climáticos, alternando ambientes quente e úmidos e quente e secos, afetando no processo de erosão e deposição dos rios dando origem aos terraços fluviais.

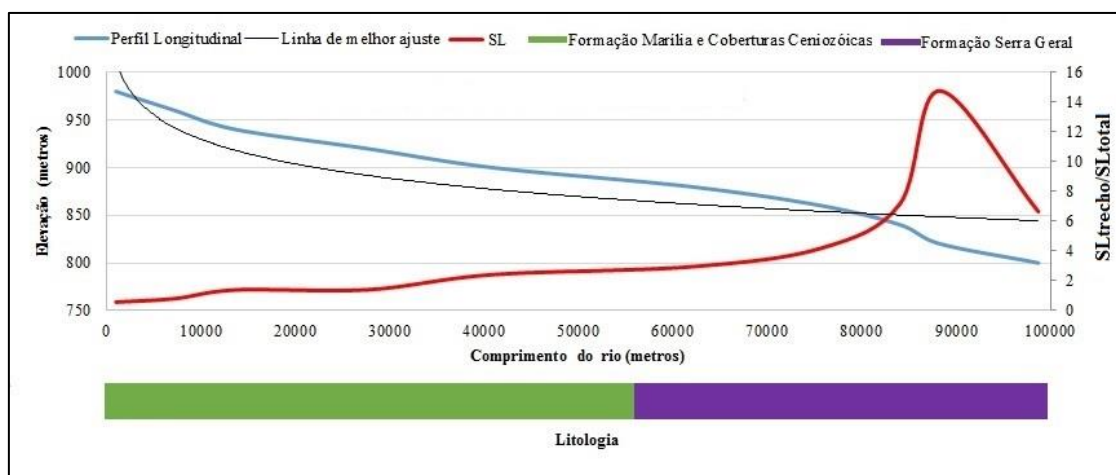


Figura 4 – Perfil longitudinal do Alto Curso do rio Uberabinha  
Elaborado pelos autores

O ribeirão Beija-Flor (figura 5) possui aproximadamente 56 km de comprimento, sendo o menor curso de água selecionado na área de estudo, apresenta a mesma litologia em toda sua extensão, com valores de SL crescentes desde sua nascente. Logo após os 3 primeiros quilômetros o ribeirão possui anomalias maior que 2, porém, na sua foz não ultrapassa o valor de SL igual a 5.4, caracterizando sutis rupturas causando pequenas alterações no canal fluvial, podendo indicar movimentos tectônicos recentes. Durante os trabalhos de campo realizados, pode ser observado que o Ribeirão Beija-flor possui amplos baixos terraços fluviais no médio e baixo curso.

O perfil longitudinal não está muito distante da linha de melhor ajuste, porém sua forma difere, indicando desequilíbrio. O curso d'água não apresenta grandes rupturas, somente existindo anomalias de primeira ordem, condizendo com a característica da litologia associada.

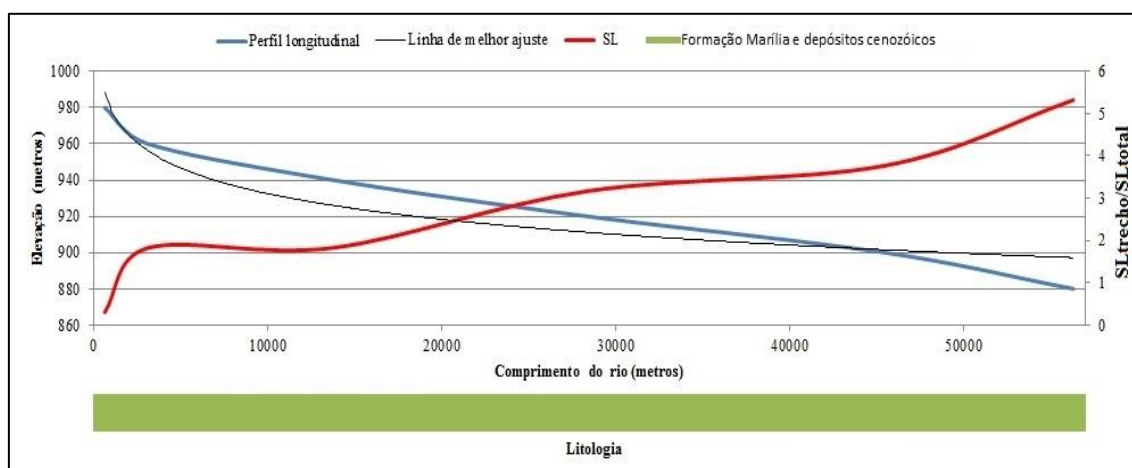


Figura 5 – Perfil longitudinal do Ribeirão Beija-Flor  
Elaborado pelos autores

O perfil longitudinal do Ribeirão Bom Jardim (figura 6) possui 58 km de comprimento, destacando-se por ser o canal que mais se aproximou da linha de melhor ajuste, apresentando em quase toda sua extensão a noção de equilíbrio. A partir do quilometro 22 os valores de SL apresentam anomalias de primeira ordem, pouco acima do valor 2, mantendo-se neste valor até a ruptura abrupta no contato litológico, representado pela “cachoeira do Bom Jardim”, onde apresenta um pico de valor 28. Neste curso de água também foram identificados baixos terraços fluviais principalmente do médio curso até a cachoeira do Bom Jardim, onde aparecem em mais de um nível.



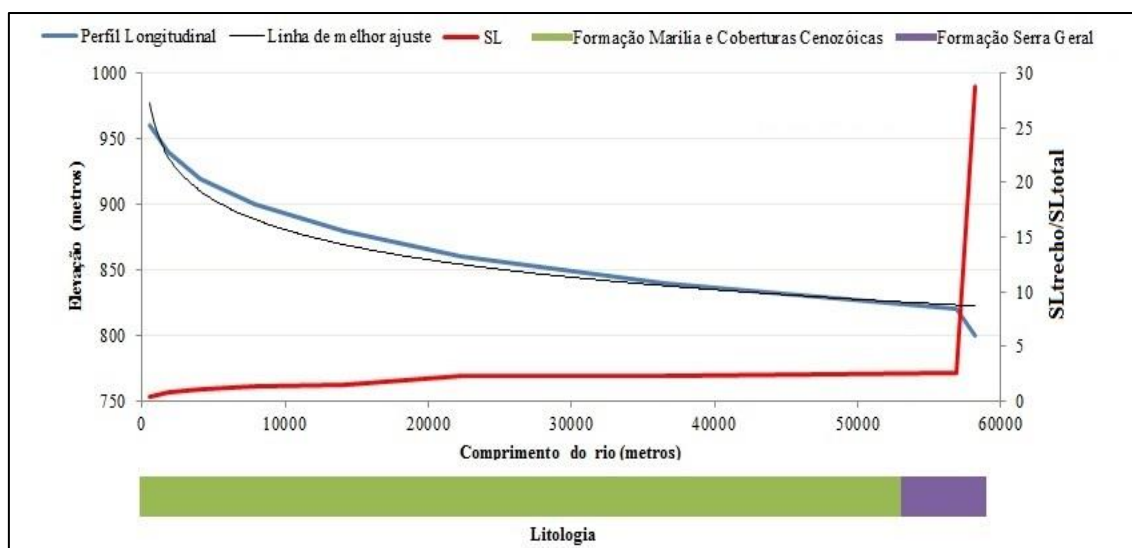


Figura 6 – Perfil longitudinal do Ribeirão Bom Jardim  
Elaborado pelos autores

Tendo em vista as informações obtidas pelos índices morfométricos de cada curso de água analisado, fica latente que alguns processos se repetem e provavelmente possuem a mesma origem. Sendo assim, possibilitando o agrupamento das características físicas para as conclusões.

## 5. Considerações finais

O índice de Hack e a análise dos perfis longitudinais apresentaram ser excelentes indicadores de processos atuantes na rede de drenagem da Chapada Uberlândia-Uberaba. Foi possível associar a forma do perfil longitudinal a possíveis eventos causadores de alteração na dinâmica de fluxo dos rios que alteraram a paisagem.

Como conclusão foram identificados dois grupos distintos a partir dos valores de SL e rupturas no perfil longitudinal, por possuírem gênese diferenciada entre si, o que também auxiliou na interpretação.

O primeiro grupo está associado as anomalias de segunda ordem que, nitidamente, estão correlacionadas ao contato litológico entre rochas magmáticas/sedimentares e ao comportamento da Formação Serra Geral em relação ao canal fluvial, estando localizadas do médio para o baixo curso. O principal agente de transformação da paisagem, em canais fluviais, causador das grandes rupturas e altos valores SL encontradas na região é a rocha Basáltica da Formação Serra Geral, possuindo como característica fraturamento, devido ao rápido resfriamento na superfície quando do período de formação.

O segundo grupo caracteriza-se por apresentar anomalias de primeira ordem, localizadas no alto e médio curso, relacionadas com as movimentações tectônicas recente e pulsações climáticas.

Quanto a tectônica existem poucos trabalhos dedicados à área, porém os perfis longitudinais não deixam dúvidas quanto a sua presença, por meio das pequenas rupturas.

As oscilações/pulsões climáticas identificadas no interior do Estado de São Paulo por Souza e Perez Filho (2015), Dias e Perez Filho (2015) e Storani e Perez Filho (2015), também podem ter afetado a região do Triângulo Mineiro, por se tratar de um evento climático de abrangência regional, possivelmente dando origem aos baixos terraços fluviais identificados em campo. Seria necessário datar o material referente as coberturas superficiais dos mesmos para fazer tal correlação; caso obtendo a mesma idade cronológica essa hipótese pode ser confirmada.

## 6. Notas

<sup>1</sup>Devido a escala muito pequena do mapa geológico 1:1.000.000, esse contado pode estar deslocado a montante ou a jusante do ponto referido no perfil. Essa variação deve ser considerada para a análise dos outros perfis.

## 7. Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo e Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento da pesquisa.

## 8. Bibliografia

- AB'SÁBER, A.N (1971). *A organização natural das paisagens inter e subtropicais Brasileiras*. São Paulo. Ed. Edgard Blücher/EDUSP.
- BARCELOS, J. H (1984). *Reconstrução Paleogeográfica da Sedimentação do Grupo Bauru Baseada na sua Redefinição Estratigráfica Parcial em Território Paulista e no Estudo Preliminar Fora do Estado de São Paulo*. Tese de Livre Docência. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- BATEZELLI, A (2003). *Análise da Sedimentação Cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes*. Tese de Doutorado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- CHRISTOFOLETTI, A (1969). Análise morfométrica das bacias hidrográficas. *Notícias Geomorfológica*, 9 (18), 9-34.
- CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (2014). *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: CODEMIG.
- DIAS, R. L & PEREZ FILHO, A (2015). Geocronologia de terraços fluviais na bacia hidrográfica do rio Corumbataí-SP a partir de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). *Revista Brasileira de Geomorfologia*. [Online] 16(2) 341 – 349. Disponível em <http://www.ugb.org.br/> [Acedido em junho de 2015]
- ETCHEBEHERE, M.L.C (2000). *Terraços Neóquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista*. Tese de Doutorado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. Et Al (2006). Detecções de Prováveis de Formações Neotectônicas no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista, mediante a aplicação de índices RDE (Relação Declividade Extensão) em segmentos de drenagem. *Geociências*. [Online] 25(3) 271-287. Disponível em <http://www.revistageociencias.com.br/> [Acedido em 24 de Dezembro de 2014]
- HACK, J. T (1973). Stream profile analysis and stream gradient index. *Journal Research of U.S. Geological Survey*, v. 1(4), 421-429.

MONTEIRO, K, ARAUJO, DE; Et Al (2014). Aplicação do índice de Hack no rio Ipojuca para identificação de setores anômalos de drenagem e rupturas de relevo. *Geociências*. [Online] 33(4) 616-628. Disponível em <http://www.revistageociencias.com.br/> [Acedido em 10 de Março de 2015]

NISHIYAMA, L (1989). Geologia do Município de Uberlândia e Áreas adjacentes. *Sociedade & Natureza*, 1(1), 9-16.

RADAMBRASIL (1983). *Folha SE-22*. Goiânia: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia / Secretaria Geral.

SOUZA, A. O & PEREZ FILHO, A (2015). Evidências neotectônicas e mudanças climáticas em terraços fluviais da bacia do ribeirão Araquá, São Paulo-BR. In: Associação Portuguesa de Geomorfólogos (Org.). *Geomorfologia*. (p. 123-129). Lisboa: Associação Portuguesa de Geomorfólogos.

STORANI, D. L & PEREZ FILHO, A (2015) . Novas informações sobre geocronologia em níveis de baixo terraço fluvial do Rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. 16(2) 191-199. Disponível em <http://www.ugb.org.br/> [Acedido em junho de 2015]

## ANÁLISE PALEOAMBIENTAL E DINÂMICA SEDIMENTÁRIA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA DE ALTA MONTANHA (ALPES SUÍÇOS)

F. Carvalho<sup>(a)</sup>, L. Schulte<sup>(a)</sup>, J. Llorca<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Departament de Geografia, Universitat de Barcelona  
filipe.geography@gmail.com

### Resumo

O estudo de sedimentos fluviais de alta montanha constitui uma oportunidade única para compreender os padrões espaciais e temporais da variabilidade climática durante o Holoceno tardio. Este trabalho centra-se na análise da dinâmica sedimentar de uma planície deltaica situada nos Alpes bernes. Utilizou-se uma metodologia centrada na geoquímica e cronoestratigrafia de registros sedimentários obtidos com perfurações até 11 metros de profundidade. O estudo de estes sedimentos possibilitou a compreensão das interações do sistema fluvial com o clima regional e alterações dos usos do solo nos últimos 2500 anos. Como resultados mais destacados, foi possível diferenciar fases de acumulação fluvial marcadas por uma possível influência climática, caracterizadas principalmente por um aumento da sedimentação durante períodos climáticos frios. Quanto à dinâmica de acumulação fluvial identificou-se uma relação direta entre diferentes taxas de acumulação e ambientes sedimentários próprios de planícies deltaicas.

**Palavras chave:** Alpes suíços, sedimentos fluviais, geoquímica

### 1. Introdução

O estudo de processos de acumulação fluvial em rios centro europeus encontra-se relativamente bem conseguido (p.e. Zolitschka, 1998; Bridgland *et al.*, 2004; Arnaud *et al.*, 2005; Erkens *et al.*, 2006; Schulte *et al.*, 2009). Destacam-se alguns trabalhos que sugerem a existência de uma relação entre a variabilidade climática e a dinâmica sedimentária (Schirmer *et al.*, 2005; Macklin *et al.*, 2006). Alguns estudos também relacionam a variabilidade climática com mudanças na frequência ou magnitude de inundações (Starkel, 2002; Thorndycraft e Benito, 2006). A influência de outros fatores como a cobertura vegetal ou os usos do solo também encontra-se bem documentada (Houben *et al.*, 2006; Hoffmann *et al.*, 2010), indicando repercussões na dinâmica de fases de incisão e agradiação fluvial.

Além das influências climáticas a dinâmica fluvial também tem sido amplamente modificada pelo homem (Gregory, 2006). Schirmer *et al.* (2005) sugere que na bacia intermedia do rio Reno ocorreu uma intensificação de fases de acumulação fluvial devido a uma influência direta das atividades humanas, podendo observar-se sinais desta influencia desde o período Neolítico.

A resposta dos sistemas fluviais de montanha às influencias naturais ou antrópicas descritas anteriormente é relativamente rápida o que indica que as regiões de montanha são

particularmente sensíveis a alterações ambientais (Wanner *et al.*, 2008). O estudo do funcionamento de sistemas fluviais e a compreensão dos fenómenos de acumulação e erosão nas planícies aluviais passa pela análise do maior número de parâmetros possíveis, que contribua, dentro de cada sistema fluvial, para a definição das entradas e saídas de fluxos hidrológicos, sedimentários e de energia.

Tendo em conta que existem um conjunto diverso de variáveis que contribuem para o funcionamento do sistema fluvial é conveniente utilizar diferentes metodologias que incluam informação da dinâmica fluvial atual (dados instrumentais) e passada (inferida desde *proxies*). No que diz respeito à dinâmica passada, o estudo dos sedimentos acumulados em planícies aluviais, leques aluviais ou deltas constituem o melhor testemunho de possíveis mudanças no sistema fluvial ou intensificação de fases de acumulação/erosão. Embora os sedimentos acumulados nestas formas de relevo possam conter descontinuidades espaciais ou temporais, a combinação de registos procedentes de diferentes âmbitos espaciais e o estudo de sedimentos em áreas pouco marcadas por processos de erosão pode fornecer informação contínua sobre alterações ambientais à escala local e regional (Schulte *et al.*, 2008). A análise dos depósitos fluviais permite também determinar modificações nos processos de acumulação, identificar eventos de *cut and fill* e detetar migrações laterais de canais (Thorndycraft *et al.*, 2008). A interpretação da litoestratigrafia de distintas unidades sedimentárias contribui igualmente para reconhecer diferentes ciclos de sedimentação e variações na granulometria, podendo haver relações significativas com a variabilidade climática ou atividade tectónica. (Masek *et al.*, 1994).

O objetivo deste estudo encontra-se focado na identificação da resposta de um sistema fluvial alpino a fatores como a variabilidade climática e alterações induzidas pelo homem durante os últimos 2500 anos. Esta análise pretende ser complementada por uma caracterização da dinâmica sedimentária e estudo das variações espaciais e temporais da agração de sedimentos. A área de estudo centra-se numa bacia hidrográfica de media dimensão dos Alpes Berneses. A eleição de esta localização justifica-se pela existência de excelentes registos sedimentários (Schulte *et al.* 2009), abundancia de fontes de informação histórica (Vischer, 2003) e atual (Valle, 1994) e vários estudos prévios relacionados com processos sedimentários em deltas e lagos alpinos da região (Adams *et al.*, 2001; Anselmetti *et al.*, 2007; Stewart *et al.*, 2011).

## 2. Área de estudo

O presente trabalho tem como área de estudo o sector montante da bacia hidrográfica do rio Aare, localizada na região dos Alpes Berneses, na cara norte dos Alpes ocidentais (figura 1). Esta região caracteriza-se pela existência de relevos abruptos e vales estreitos, que normalmente estão ocupados por formas de acumulação fluvial (p.e.: planícies aluviais). A análise

sedimentária centra-se na planície deltaica do vale Hasli (Haslital), localizada na desembocadura do rio Aare no lago Brienz (figura 1).

A planície deltaica de Haslital assemelha-se a grande parte dos sistemas deltaicos dos Alpes, formados na sua maioria em lagos perialpinos. Estes deltas apresentam normalmente uma forma alargada, que se encontra condicionada pela topografia dos vales de sobreescavação glacial (Adams et al., 2001). A última glaciação teve um papel muito importante na erosão destes vales e também no arrastre (por vezes parcial) de depósitos quaternários anteriores. No entanto, apesar de que na base de muitos de estes deltas possam existir materiais anteriores à glaciação de Würm (Finckh y Kelts, 1976), a maior parte da acumulação corresponde ao período Tardiglacial e ao presente período interglacial (Hinderer, 2001). Os lagos perialpinos (como o lago Brienz) têm um papel fundamental na dinâmica sedimentaria já que funcionam como um depósito de sedimentos praticamente perfeito (Hinderer, 2001).

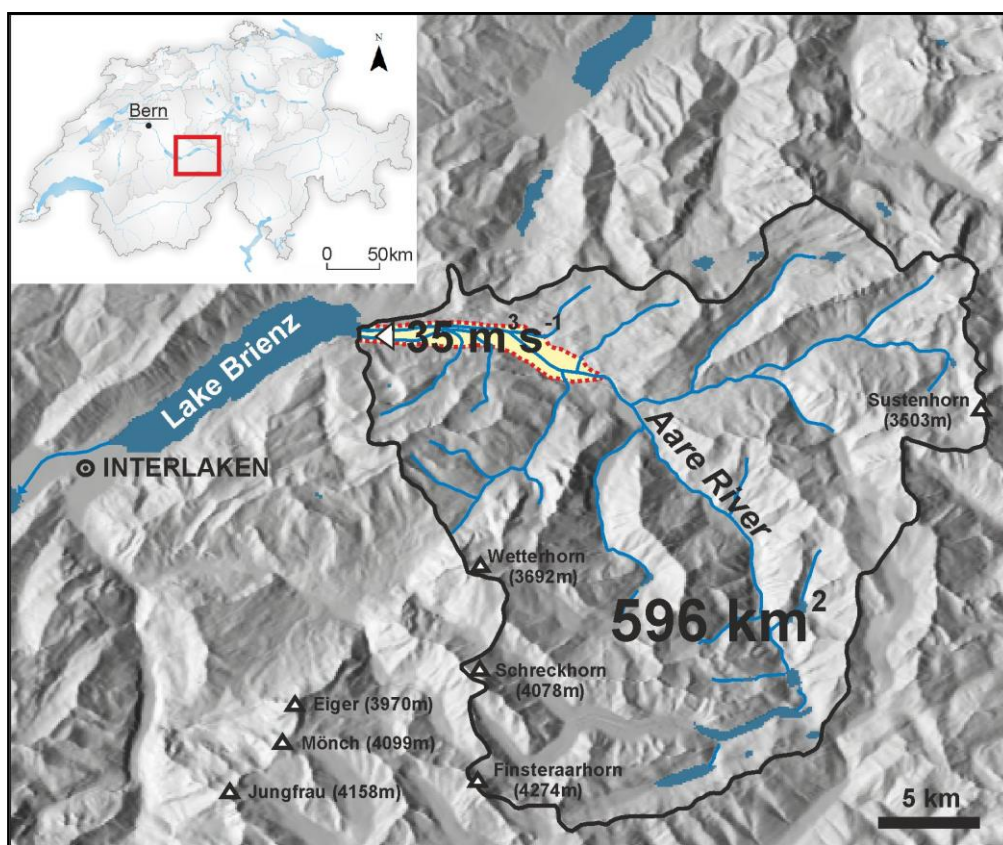


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Aare. A planície deltaica de Haslital aparece em amarelo.

As principais unidades geológicas da área de estudo encontram-se marcadas por uma clara divisão NO-SE, sendo que 35% do extremo noroeste da bacia hidrográfica encontra-se formada por rochas carbonadas (calcários, arenitos, xistos argilosos e filitos calcários), enquanto os

restantes 65% do sector sudeste são rochas cristalinas (granitos e gnaisses). A erosão nas áreas de cabeceira (dominadas por rochas cristalinas) ocorre predominantemente por processos glaciares e periglaciares, existindo também eventos erosivos relacionados com processos gravitatorios de dinâmica de vertentes (que não são exclusivos apenas destas áreas mais elevadas). Praticamente a totalidade dos sedimentos transportados pelo rio Aare e seus tributários formam parte das diversas formas de acumulação existentes nos fundos de vale. Na sua grande maioria, estes sedimentos encontram-se num grande delta localizado na área mais a jusante da bacia hidrográfica (figura 1). A formação de este delta está condicionada pelo espaço disponível no vale de sobreescavação glacial e caracteriza-se por uma forma alongada, limitada por vertentes abruptas que condicionaram a formação de um delta em sentido estrito. Estas limitações físicas deram lugar a um delta complexo, onde a morfologia fluvial da planície deltaica (prévio à intervenção humana) varia entre um sistema de tipo *braided* até um sistema de meandros em áreas próximas ao lago Brienz.

O regime hidrológico atual é caracterizado por um caudal médio de  $35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (calculado para o período entre 1954 e 1991) e no seu estado natural (anterior a obras de correção hidráulica e construção de barragens no sector montante) o regime hidrológico podia ser classificado como nivoglacial. Este é diretamente influenciado pela presença de glaciares nos sectores mais elevados da bacia hidrográfica (21% da sua área). Os registos instrumentais disponíveis (últimos 100 anos) dão conta de um caudal máximo de  $444 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , que corresponde a um evento de precipitações abundantes combinadas com o degelo nas áreas mais elevadas que ocorreu entre 20 e 22 de agosto de 2005. Na atualidade a área de estudo conta com um conjunto de 7 barragens e seis centrais hidroelétricas (aproximadamente 68% do caudal do rio Aare é retido em altitudes elevadas), bem como uma canalização completamente antrópica no sector mais a jusante. Estas intervenções provocam não só uma mudança drástica no regime hidrológico (regularização do caudal e diminuição da frequência e magnitude de inundações) mas também constituem uma importante retenção de sedimentos.

### 3. Metodologia

O componente essencial deste trabalho baseia-se no estudo de registos sedimentários, obtidos a partir de perfurações em profundidade. Analisam-se 6 registos da planície deltaica de Haslital (figura 2) com profundidades compreendidas entre os 3 e 11 metros. Este estudo é complementado por registos compilados a partir da base de dados dos Serviços Geológicos do Cantão de Berna (figura 2 – WEA). Dos 6 registos obtidos, realizaram-se análises sedimentárias preliminares (cor, caracterização de contatos entre horizontes, descrição de macrorestos) e descrições litoestratigráficas. O modelo cronológico de cada um dos registos foi determinado a partir de datações de radiocarbono (AMS) de horizontes de turfa, restos de plantas, macrorestos

orgânicos, madeira e carvão vegetal (um total de 22 datações). Também utilizaram-se horizontes marca como capas de turfa contínuas e depósitos de deslizamentos para definir idades relativas.

Procedeu-se a uma análise exaustiva da geoquímica dos sedimentos, que incidiu na determinação do conteúdo de carbono orgânico e carbonatos pelo método de LOI (Heiri *et al.*, 2001), determinação dos elementos químicos a partir de Fluorescência de Raios-X (Jansen *et al.*, 1998), caracterização da granulometria dos sedimentos a partir de difração de raios laser (Blott *et al.*, 2004) e estudo da suscetibilidade magnética dos sedimentos mediante um detetor Bartington™ (Arnaud *et al.*, 2005).

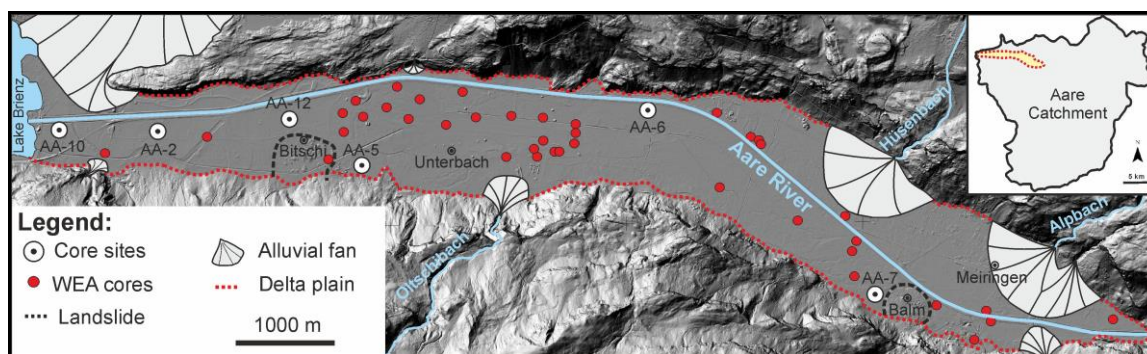


Figura 2 – Localização dos registros sedimentários do vale Hasli inferior analisados neste trabalho.

Realizou-se um estudo estatístico dos diversos componentes geoquímicos descritos anteriormente segundo o método de análise fatorial. Esta análise baseia-se numa descrição estatística da variabilidade dos dados correlacionados, obtendo de este modo um número menor de variáveis não observadas, chamadas de fatores (Harman, 1976). Utilizou-se também modelos de regressão linear para os modelos geocronológicos dos registros sedimentários utilizados neste trabalho (Carvalho e Schulte, 2013). Estes modelos permitiram a posterior estimação das taxas de sedimentação para diferentes sectores da planície deltaica.

#### 4. Resultados e discussão

A análise litoestratigráfica dos registros obtidos a partir de perfurações (AA-2, AA-5, AA-6, AA-7, AA-10 e AA-12; figura 2) permitem constatar que existe uma grande variabilidade de horizontes sedimentários, com uma predominância de sedimentos finos (areias e limos) com intercalações de capas de cascalho e seixos de paleocanais e a presença de horizontes de orgânicos e turfa em áreas mais deprimidas e afastadas dos canais principais. Em alguns dos registros (AA-2 e AA-5) é possível identificar ciclos sedimentários caracterizados por uma sucessão de horizontes que apresentam uma diminuição granulométrica gradual desde a base até ao topo de cada ciclo. Estes ciclos apresentam-se inicialmente dominados por cascalho e seixos



de pequena dimensão (próprios de uma atividade fluvial mais intensa), diretamente relacionados com inundações ou com a proximidade de canais principais. Numa fase posterior distingue-se uma diminuição da atividade fluvial, normalmente associada a formação de bancos de areias finas e limos marginais (*outerbank deposits*). Por último, as fases granodecrescentes finalizam com a formação de um horizonte de limos e argilas com maior conteúdo de matéria orgânica ou mesmo formação de horizontes de turfa. Esta fase encontra-se relacionada com uma maior estabilidade das migrações laterais dos canais principais ou fases menos ativas da dinâmica fluvial.

A variabilidade de ambientes de agração na planície deltaica de Haslital pode ser sintetizada nos seguintes grupos: 1) fácies de canal e de *crevasse splay*; 2) fácies de levées; 3) depressões interdistributivas e 4) depósitos de vertente (situados nos extremos laterais da planície). Em áreas distais da planície deltaica foi possível identificar o limite entre fácies planície e frente deltaica. Este limite é caracterizado por uma modificação abrupta entre unidades de planície deltaica, maioritariamente formadas por areias finas e limos, e unidades de frende deltaica, constituídas principalmente por cascalho. Um exemplo de este limite pode ser observado no registro AA-10 de 11 metros de profundidade (figura 3). Neste caso pode-se identificar uma alteração na granulometria dos sedimentos a partir dos 177 cm, sendo que os depósitos mais profundos são interpretados como um antigo lóbulo deltaico do rio Aare (taxas de sedimentação elevadas em torno a  $10 \text{ mm a}^{-1}$ ). A 960 cm de profundidade encontra-se um horizonte caracterizado por sedimentos finos laminados, interpretados como uma fase breve de sedimentação lacustre com características semelhantes a fácies de prodelta (Arche, 2010). A existência de este tipo de fácies deve-se provavelmente a uma subida do nível do lago Brienz ou à migração de um lóbulo deltaico. A sua cronologia situa-se aproximadamente a  $1464 \pm 64$  anos cal. BP.

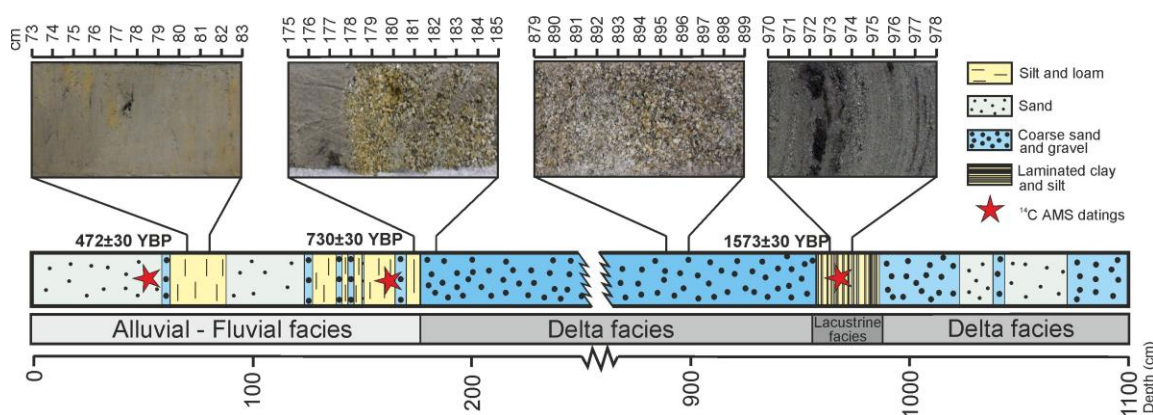


Figura 3 – Principais unidades litológicas do registro sedimentário AA-10.

As taxas de sedimentação na planície deltaica são muito variáveis e dependem dos ambientes sedimentários. A figura 4 exemplifica alguns destes ambientes, podendo-se observar que as

taxas mais elevadas variam entre  $10.64 \text{ mm a}^{-1}$  em fácies de frente deltaica (registro AA-10) e  $10.13 \text{ mm a}^{-1}$  em fácies de canal (registro AA-12). Os processos sedimentários identificados no registro AA-12 estão principalmente relacionados com um incremento da velocidade do rio, que foi causado por um confinamento do vale por parte de um depósito de deslizamento datado de aproximadamente 2000 anos cal. BP (deslizamento de Bitschi, figura 2). Este contexto geomorfológico propiciou a agitação de material de maior calibre e taxas de sedimentação elevadas. De igual forma não se descarta a ocorrência de processos de *cut and fill* nos sedimentos agradados depois do deslizamento de Bitschi (sedimentos com profundidade menor que 5.3m). No outro extremo das taxas de sedimentação, verificam-se taxas mínimas de  $0.78 \text{ mm a}^{-1}$  numa área correspondente a uma depressão interdistributiva, longe de canais principais (registro AA-2). Outro exemplo de taxas de sedimentação baixas pode ser encontrado no registro AA-5, localizado numa área próxima às vertentes sul do vale e relativamente bem protegida de fluxos de inundação pela existência de um promontório rochoso a montante. A maioria dos sedimentos acumulados nesta área estão compostos por areias finas e limos, indicando uma atividade fluvial pouco significativa, com uma velocidade de fluxo reduzida.

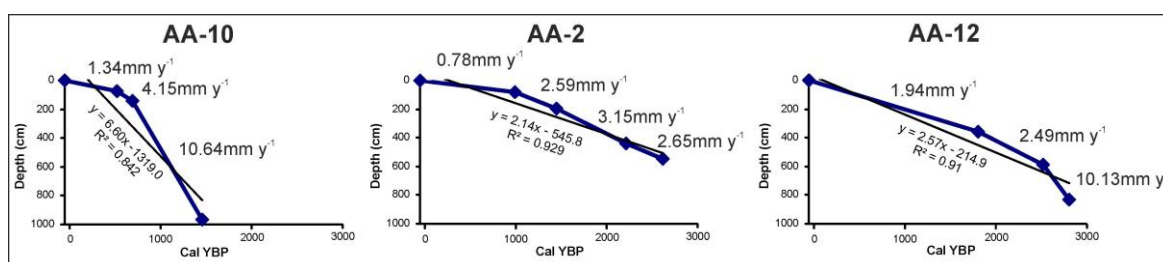


Figura 4 – Modelos geocronológicos de três registros sedimentários do vale Haslital. Cada ponto representa uma datação de radiocarbono.

No contexto geral pode-se encontrar uma distribuição diferenciada das taxas de sedimentação de acordo com a localização na planície deltaica. Assim, verificam-se taxas médias mais elevadas em áreas proximais e progressivamente taxas menos elevadas à medida que nos encontramos mais longe do ápice do delta. Esta relação está de acordo com a diminuição da capacidade de transporte fluvial e encontra-se bem documentada em outras áreas de estudo (Postma, 1990; Orton e Reading, 1993).

Em relação ao estudo paleoambiental realizado a partir de registros sedimentários é importante remarcar que a análise dos resultados enfocou-se na resposta geoquímica dos registros sedimentários disponíveis. Devido ao elevado número de variáveis optou-se por um análise fatorial dos elementos químicos inorgânicos e orgânicos. A resolução e continuidade dos registros sedimentários é um elemento crucial para a sua utilização como *proxy* paleoambiental, por isso foi eleito o registro sedimentário AA-5, que apresenta os melhores parâmetros de

qualidade. A figura 5 exemplifica a distribuição dos principais elementos químicos do registro AA-5, de acordo com os resultados obtidos da análise fatorial. Esta distribuição permite conhecer a relação entre os dois fatores que melhor explicam a variabilidade geoquímica nos distintos níveis de agradação (fator 1 e 2). A análise dos resultados da figura 5 demonstra um contraste marcado entre dois grupos de elementos: 1) um grupo que engloba a matéria orgânica (TOC) e os metais e 2) um grupo de elementos inorgânicos, donde existe uma resposta similar associadas a minerais de filosilicatos (presentes principalmente em materiais do tamanho de limos e argilas). A variabilidade entre estes dois grupos demonstra por um lado uma resposta diferenciada entre horizontes ricos em matéria orgânica (concentrações mais elevadas de TOC) e de elementos químicos fixados nestes horizontes (Pb, Cu e P) e por outro lado uma variabilidade similar de horizontes de materiais finos relacionados com elementos inorgânicos como Si, Al, Ca, Ti e K.

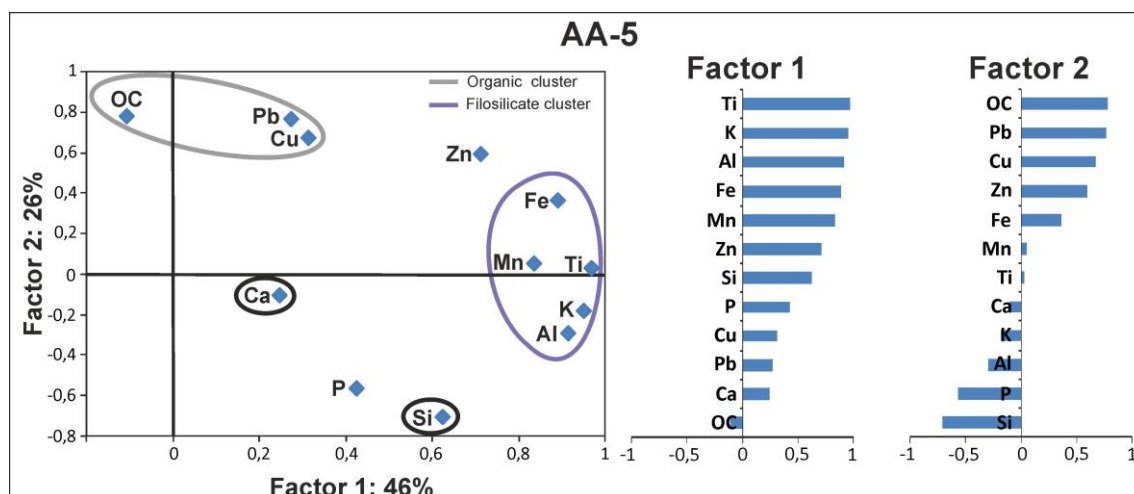


Figura 5 – Análise fatorial dos elementos inorgânicos principais e dos elementos orgânicos (TOC) do registro AA-5.

Os processos de acumulação e a frequência de inundações na planície deltaica em questão estão influenciados por diferentes variáveis como a fusão glacial, regime de precipitação, flutuações do nível base de erosão (lago Brienz), alterações nos usos do solo, extensão da massa florestal e intervenções humanas no sistema fluvial. A existência de um número tão grande de variáveis contribui a que seja muito difícil distinguir a causa de uma determinada alteração na agradação de sedimentos. No entanto, a partir da análise da variabilidade da geoquímica dos sedimentos (análise fatorial) foi possível obter uma resposta que correlaciona relativamente bem com outros registros paleoambientais dos Alpes (figura 6).

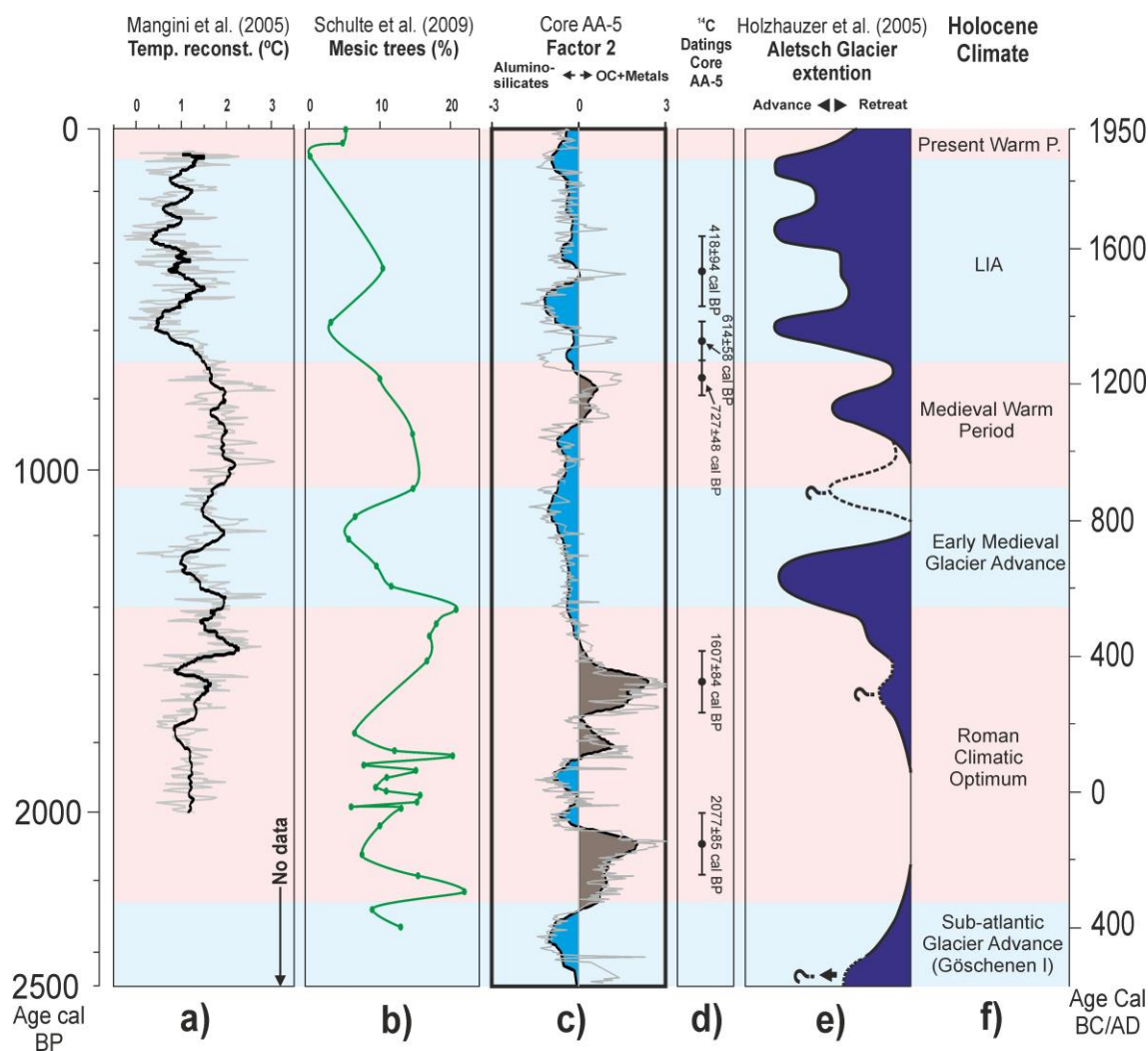


Figura 6 – Comparação entre diversos *proxies* paleoambientais dos Alpes.

A série representada pelo resultado do fator 2 (análise fatorial da variância geoquímica do registro AA-5; figura 5c) demonstra de forma exemplar a resposta diferenciada entre a formação de horizontes orgânicos e a acumulação de minerais de aluminossilicatos e filosilicatos. A diferença desta resposta pode ser interpretada como duas tendências distintas: 1) maior incidência de processos edáficos e consequentemente uma menor atividade fluvial (valores positivos) e 2) incremento da agradação fluvial associada à presença de minerais procedentes da cabeceira deste sistema fluvial (valores negativos). Para poder entender a dinâmica temporal de esta série (figura 5c) procedeu-se à comparação com outros *proxies* paleoambientais e com os principais períodos climáticos do Holoceno tardio (figura 5e). Nesta comparação inclui-se uma reconstrução da temperatura nos últimos 2000 anos a partir de espeleotemas da gruta de Spannagel nos Alpes austríacos (figura 5a), uma análise da cobertura arbórea dos últimos 2400 anos a partir de pólen recuperado do delta do rio Lutschine nos Alpes suíços (figura 5b) e uma reconstrução dos avances e recuos do glaciar Aletsch nos Alpes suíços (figura 5e). A tendência

principal observada consiste num domínio da agradação de aluminosilicatos e filosilicatos nos principais eventos climáticos frios. Estas fases coincidem com uma maior incidência de níveis de areias e cascalho, relacionadas com uma maior atividade fluvial. Nos períodos com temperaturas mais amenas destaca-se a formação de horizontes orgânicos. Estas relações indicam muito provavelmente um controlo climático, tal como já tinha sido referido por outros estudos na mesma região (Schulte *et al.* 2009).

## 5. Considerações finais

A análise de registos sedimentários do vale Haslital demonstrou ser um *proxy data* com uma boa correlação com a variabilidade climática. Foi possível identificar padrões e tendências na geoquímica dos sedimentos e também distintas fases de sedimentação, marcadas por diferenças nos processos de agradação e caracterizadas por sequências sedimentárias granodecrescentes.

A distribuição espacial das taxas de sedimentação indica uma tendência decrescente, desde o ápice até às áreas mais distais da planície deltaica, próximas ao lago Brienz. Este gradiente está seguramente relacionado com a diminuição da capacidade de transporte fluvial, mas também poderá haver uma ligação com a adaptação do perfil longitudinal do rio à morfologia glacial herdada do Plistoceno. Também é importante remarcar que foram identificadas modificações locais neste gradiente em tramos afetados por processos gravitatorios de vertente, que contribuem para um condicionamento do transporte de sedimentos e agradação fluvial.

A resposta da geoquímica indica como tendência geral um domínio de elementos como o Al e Si, que apresentam variações idênticas em todos os registos sedimentários. A análise paleoclimática realizada desde o registo AA-5 possibilitou a identificação de uma possível relação entre fases de maior atividade fluvial e períodos frios. Estas fases são evidenciadas por uma acumulação de materiais de maior granulometria (dominados por níveis de areias) e poderiam estar influenciadas por flutuações da dinâmica glacial, uma vez que em períodos climáticos frios estes têm uma capacidade erosiva muito mais significativa. Em períodos climáticos amenos deteta-se a existência de fases de formação de solos, com a particularidade de existir um incremento substancial da concentração de matéria orgânica.

## 6. Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo Ministerio de España de Ciencia e Innovación (CGL2006-01111; CGL2009-06951/BTE) e pelo Programa de ajudas à investigação ICREA Academia da Generalitat de Catalunya. O modelo digital de terreno das figuras 1 e 2 foi gentilmente cedido por Swisstopo (DTM-AV Swisstopo – DV002380). Os autores também querem expressar o seu agradecimento às entidades administrativas do Cantão de Berna e aos

proprietários das parcelas onde foram obtidos os registros sedimentários analisados neste estudo.

## 7. Bibliografia

- Adams, E., Schlager, W., Anselmetti F. (2001). Morphology and curvature of delta slopes in Swiss lakes: lessons for the interpretation of clinoforms in seismic data. *Sedimentology* 48, 661–679.
- Anselmetti, F.S., Bühler, R., Finger, D., Girardclos, S., Lancini, A., Rellstab, C., Sturm, M. (2007). Effects of Alpine hydropower dams on particle transport and lacustrine sedimentation. *Aquat. Sci.* 69, 179–198.
- Arche, A. (2010). *Sedimentología*. Madrid: CSIC.
- Arnaud, F., Revel, M., Chapron, E., Desmet M., Tribovillard, N. (2005). 7200 years of Rhône river flooding activity in Lake Le Bourget, France: a high-resolution sediment record of NW Alps hydrology. *The Holocene* 15, 420–428.
- Blott, S.J., Croft, D.J., Pye, K., Saye, S.E., Wilson, H.E. (2004). Particle size analysis by laser diffraction. En: Pye, K., Croft D. (Eds.), *Forensic Geoscience – Principles, Techniques and Applications*, Geological Society of London Special Publication 232, 63–73.
- Bridgland, D.R., Schreve, D., Keen, D.H., Meyrick, R., Westaway, R. (2004). Biostratigraphic correlation between the late Quaternary sequence of the Thames and key fluvial localities in Central Germany. *Proceedings of the Geologists Association* 115, 125–140.
- Carvalho, F., Schulte, L. (2013). Morphological control on sedimentation rates and patterns of delta floodplains in the Swiss Alps. *Geomorphology* 198, 163–176.
- Erkens, G., Cohen, K.M., Gouw, M.J.P., Middelkoop, H., Hoek, W.Z. (2006). Holocene sediment budgets of the Rhine Delta (The Netherlands): a record of changing sediment delivery. *Sediment Dynamics and the Hydromorphology of Fluvial Systems*. IAHS Publ., 306, 406–415.
- Finckh, P., Kelts, K. (1976). Geophysical investigations into the nature of pre-Holocene sediments of Lake Zurich. *Eclogae Geol. Helv.* 69, 139 – 148.
- Gregory, K.J. (2006). The human role in changing river channels. *Geomorphology* 79, 172–191.
- Harman, H.H. (1976). *Modern factor analysis*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Heiri, O., Lotter, A. F., Lemcke, G. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25, 101–110.
- Hinderer, M. (2001). Late Quaternary denudation of the Alps valley and lake fillings and modern river loads. *Geodinamica Acta* 14, 231–263.
- Hoffmann, T., Thorndycraft, V. R., Brown, A. G., Coulthard, T. J., Damnati, B., Kale, V. S., Middelkoop, H., Notebaert, B., Walling, D. E. (2010). Human impact on fluvial regimes and sediment flux during the Holocene: Review and future research agenda. *Global and Planetary Change*, 72(3), 87–98.
- Holzhauser, H., Magny, M., Zumbu, H.J. (2005). Glacier and lake-level variations in west-central Europe over the last 3500 years. *The Holocene* 15, 789–801.
- Houben, P., Hoffman, T., Zimmermann, A., Dikau, R. (2006). Land use and climatic impacts on the Rhine system (RheinLUCIFS): quantifying sediment fluxes and human impact with available data. *Catena* 66, 42–52.
- Jansen, J. H. F., Van der Gaast, S. J., Koster, B., Vaars, A. J. (1998). CORTEX, a shipboard XRF-scanner for element analyses in split sediment cores. *Marine Geology*, 151(1), 143–153.
- Macklin, M.G., Benito, G., Gregory, K., Johnstone, E., Lewin, J., Michczynska, D., Soja, R., Starkel, L., Thorndycraft, V.R. (2006). Past hydrological events reflected in the Holocene fluvial record of Europe. *Catena* 66, 145–154.

- Mangini, A., Spötl, C., Verdes, P. (2005). Reconstruction of temperature in the Central Alps during the past 2000 yr from a  $\delta^{18}\text{O}$  stalagmite record. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 235, 3-4, 741-751.
- Masek, J.G., Isacks, B.L., Gubbels, T.L., Fielding, E.J. (1994). Erosion and tectonics at the margins of continental plateaus. *J. Geophys. Res.* B 99, 13941-13956.
- Orton, G.J., Reading, H.G. (1993). Variability of deltaic processes in terms of sediment supply, with particular emphasis on grain size. *Sedimentology* 40, 475-512.
- Postma, G. (1990). Depositional architecture and facies of river and fan deltas: a synthesis. En: Colella, A., Prior, D. B. (Eds.), *Coarse-Grained Deltas*. Int. Assoc. Sedimentol. Spec. Publ., 10, 13-27.
- Schirmer, W., Bos, J., Dambeck, R., Hinderer, M., Preston, N., Schulte, A., Schwalb, A., Wessels, M. (2005). Holocene fluvial processes and valley history in the river Rhine catchment. *Erdkunde* 59(3/4), 199-215.
- Schulte, L., Julià, R., Oliva, O., Burjachs, F., Veit, H., Carvalho, F. (2008). Sensitivity of Alpine fluvial environments in the Swiss Alps to climate forcing during the Late Holocene. *Sediment Dynamics in Changing Environments*, IAHS Publ. 325, 367-374.
- Schulte, L., Veit, H., Burjachs, F., Julia, R. (2009). Lutschine fan delta response to climate variability and land use in the Bernese Alps during the last 2400 years. *Geomorphology* 108, Issues 1-2, 107-121.
- Starkel, L. (2002). Change in the frequency of extreme events as the indicator of climatic change in the Holocene (in fluvial systems). *Quaternary International*, 91(1), 25-32.
- Stewart, M.M., Grosjean, M., Kuglitsch, F.G., Nussbaumer, S.U., Gunten, L. Von (2011). Reconstructions of late Holocene paleofloods and glacier length changes in the Upper Engadine, Switzerland (ca. 1450 BC-AD 420). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 311, 215-223.
- Thorndycraft, V.R., Benito, G. (2006). Late Holocene fluvial chronology in Spain: the role of climatic variability and human impact. *Catena* 66, 34-41.
- Thorndycraft, V., Benito, G., Gregory, K. (2008). Fluvial geomorphology: A perspective on current status and methods. *Geomorphology* 98, 2-12.
- Valle, G. (Ed.). (1994). *Hydrogeologie Haslital, zwischen Innertkirchen und Brienzer See*. Bern: Wasser- und Energiewirtschaftsamt des kantons Bern (WEA).
- Vischer, D. (2003). *Die Geschichte des Hochwasserschutzes in der Schweiz. Von den Anfängen bis ins 19. Jahrhundert*. Berichte des BWG, Serie Wasser.
- Wanner, H., Beer, J., Bütikofer, J., Crowley, T.J., Cubasch, U., Flückiger, J., Goosse, H., Grosjean, M., Joos, F., Kaplan, J.O., Küttel, M., Müller, S.A., Prentice, I.C., Solomina, O., Stocker, T.F., Tarasov, P., Wagner, M. and Widmann, M. (2008). Mid- to Late Holocene climate change: an overview. *Quaternary Science Reviews* 27 (19-20): 1791-1828.
- Zolitschka, B. (1998). A 14,000 year sediment yield record from western Germany based on annually laminated lake sediments. *Geomorphology* 22, 1-17.

## FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS ASSOCIADAS AO IMPACTO DO ASTROBLEMA DOMO DE VARGEÃO-SC.

D. Dal P. Santos<sup>(a)</sup>, B. S. P. Souza<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geociências/Faculdade, Universidade Federal de Santa Maria  
psdiego@hotmail.com.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geociências/Faculdade, Universidade Federal de Santa Maria  
bernardosp@yahoo.com

### Resumo

O estudo de astroblemas tem ganhado importancia nas geociências devido a sua raridade e intensidade de liberação de energia de forma concentrada e instantânea sobre rochas de diversos tipos com condições físicas extremas como nenhum outro evento de natureza interna ao sistema terrestre. Este artigo abordará as características da circularidade da borda, declividade e orientação das vertentes do interior do Astroblema Domo de Vargeão-SC localizado na Bacia do Paraná (Sul do Brasil). Trata-se de uma das quatro crateras de impacto conhecidas em litologia de basalto. Nos resultados obtidos a partir da análise da circularidade, declividades e orientação de vertentes nota-se que apesar da presença de drenagens não alterou a circularidade, assim embora erodida, sua forma original permanece preservada, com as maiores alterações ocorrendo na area central, próxima ao pico central alongado no sentido NW-SE da cratera.

**Palavras chave:** Astroblemas, Geomorfologia Planetária, Bacia do Paraná

### 1. Introdução

A importância do estudo de crateras de impacto (Astroblemas) conforme French (1998) está na sua raridade, intensidade, liberação concentrada de energia, efeitos instantâneos e condições físicas extremas geradas pelos impactos. A busca de análogos terrestres às estruturas identificadas em outros corpos planetários estimulou o mapeamento de crateras terrestres. Na relação dialética entre forças internas e externas na Terra a maioria das estruturas de impacto foram erodidas, restando poucos exemplares normalmente localizados em rochas cristalinas e sedimentos antigos. Porém em superfícies de basalto, similares a superfícies que recobrem grande parte da Lua e Marte, são conhecidas apenas quatro, entre elas a erroneamente denominada Domo de Vargeão, localizada na Bacia do Paraná, no oeste do estado de Santa Catarina. Este artigo tem como objetivo analisar três características relativas à geomorfologia dos astroblemas: o Índice circularidade da borda, a declividade e a orientação das vertentes.

#### 1.1. Caracterização da Área

Estruturas formadas por impactos em hipervelocidade de pequenos corpos celestes (astroblemas) são elementos dominantes na paisagem da superfície lunar e marciana. Entretanto de todas as 188 crateras de impacto terrestres confirmadas pelo banco de dados do Planetary and



Space Sciences Centre da Universidade de New Brunswick no Canadá apenas quatro foram identificadas na Terra em estruturas basálticas, similares as grandes planícies de lava como as *maria* lunares e as *planitiae* marcianas: Logancha, nos derrames permianos da Sibéria, o lago Lonar no planalto de Deccan na Índia, o Domo de Vargeão (SC) e as crateras de Vista Alegre (PR), ambas na Bacia do Paraná, no Brasil. Quanto as características citadas por Yokohama *et al.* (2015) que as qualificam como possíveis análogos para estudos planetários. Logancha é desconsiderada por sua estrutura pouco conhecida e composição bastante misturada em termos de materiais. Lonar é uma cratera pequena (1,8 Km) e recente (52-570 mil anos), com intensa alteração hidrotermal. A presença de calcita nas ultimas fases é consistente com alterações provocadas por água de precipitação, o que apoia como análogo para crateras em Marte que sugerem a possibilidade de um clima úmido no passado remoto (Noachiano, >3,6 bilhões de anos). Vargeão por sua vez apresenta uma situação diferente, sendo uma estrutura muito maior e mais antiga. Embora atualmente apresente clima úmido, a cerca de 123 milhões de anos, no período da formação do astroblema a região possuía um clima seco, o que aproxima de Marte atual. A presença de um grande aquífero (Sistema Aquífero Guarani) serve como análogo ao gelo no regolito marciano.

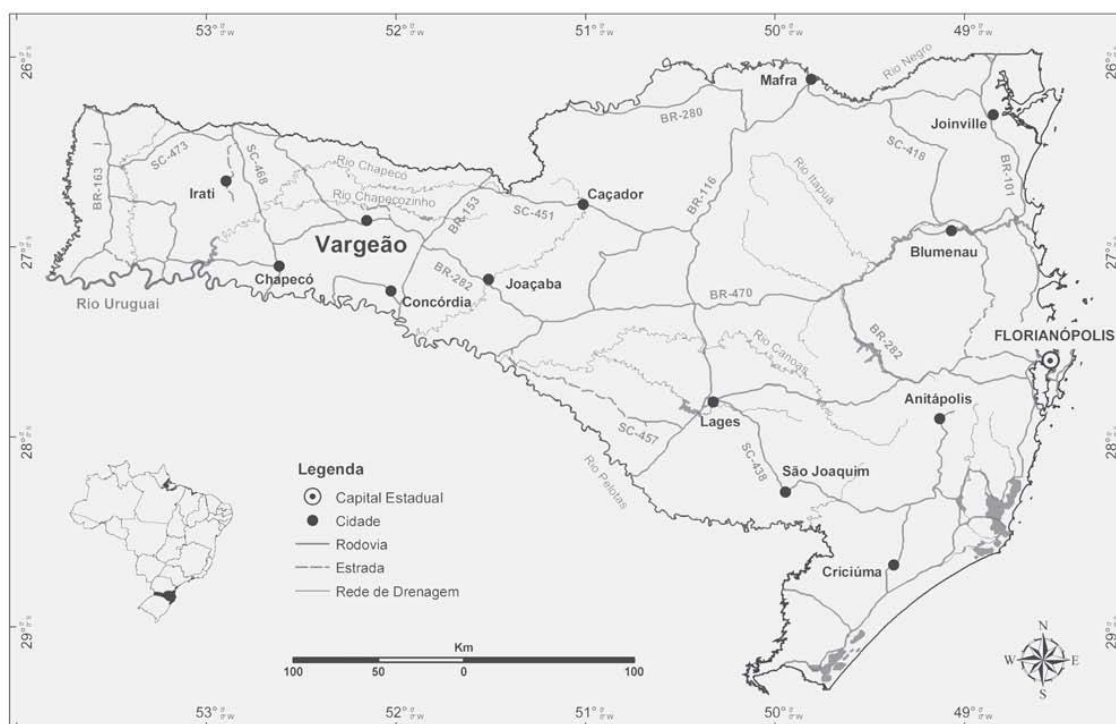


Figura 1- Mapa de localização do Astroblema Domo de Vargeão

Fonte: Crósta et (2005)

Quanto ao Domo de Vargeão, visto na Figura 1 de acordo com Crósta (2005) trata-se de uma cratera complexa, de 12,4 km de diâmetro delimitada ao norte pelo Rio Chapecozinho e ao sul

pela rodovia BR-282, sendo ainda possível identificar nas bordas da cratera as cidades de Vargeão a Sudeste, Faxinal dos Guedes a sudoeste e Barra Grande, localizada a noroeste. São bastante visíveis na Figura 2 as estruturas de grabens concêntricos e radiais, além de evidências do desabamento das bordas da cratera, gerando desníveis topográficos entre 150 e 250 m, que em alguns pontos ao norte, encontram-se bastante dissecadas pela rede de drenagens. O pico central está alinhado de NW-SE apresentando uma forma alongada e elíptica

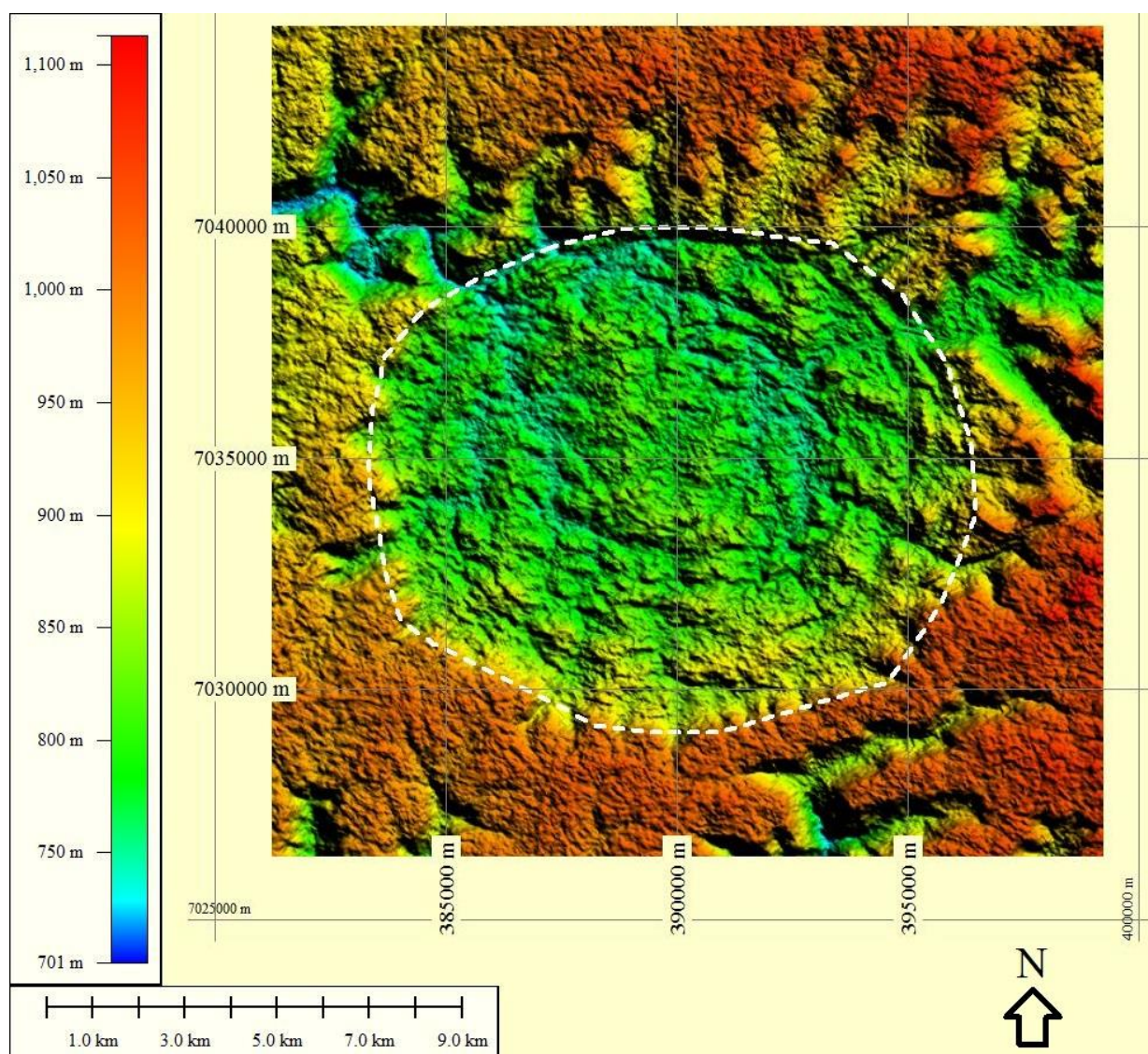


Figura 2- Mapa Topografico do Astroblema Domo de Vargeão

Fonte: USGS Earth Explorer

O corpo impactor, conforme as estimativas do modelo proposto por French (1998) tinha 610m e atingiu a superfície terrestre com a energia equivalente a  $8,4 \times 10^{19}$  J ou  $2 \times 10^4$  MT, o mesmo liberado em energia total incluindo o fluxo térmico, pela erupção do vulcão Tambora na Indonésia em 1815.

A caracterização fisiográfica e contexto geológico da área de acordo com Yokohama *et al.* (2015) segue a seguinte sequência:

#### Formação Serra Geral

- Sequência Superior (Cordilheira Alta): 5º derrame, composto por basaltos ricos em Titânio (Ti), espessura de 20m.
- Sequência Intermediária (Ácida): 4º derrame, espessura de 40m. Afloramentos próximos das bordas da cratera, brechas polimícticas (diversos materiais).
- Sequência Inferior (Alto Uruguai): 3º, 2º e 1º derrames, espessura de 925m, basaltos pobres em Ti, compõem a maior parte do assoalho da cratera. Brechas monomícticas (apenas um material).

#### Formação Botucatu

- Arenitos Eólicos, granulometria de fina a média, composto 90% por Quartzo com uma cobertura predominante de hematita e raro cimento calcáreo, espessura de 95m, localizado em um colar interno próximo ao centro da cratera, ao redor do pico central erodido, a área mais sujeita a modificações hidrotermais.

Do ponto de vista da situação ambiental, conforme Crósta *et al.* (2005) na área central da cratera concentra-se a atividade de extração de areia para construção civil. Algumas destas áreas foram exploradas por décadas praticamente sem qualquer medida mitigadora para a preservação dos afloramentos mais significativos para fins de estudos científicos, bem como atividades de geoturismo. Algumas áreas, já abandonadas foram preenchidas por água e estão sujeitas a desmoronamentos.

### 1.2. Astroblemas e a configuração da paisagem

De acordo com Vijayan *et al.* (2013), a borda da cratera é uma região elevada em relação ao relevo próximo e pode ser utilizada para avaliar o nível de degradação / modificação ocorrida na cratera de impacto. A borda da cratera é alterada e modificada frequentemente por agentes externos. No caso da Lua, o grande agente modificador é o impacto de outros meteoritos próximos.

Conforme Komatsu *et al.* (2014), baseado na experiência a partir de algumas crateras de impacto terrestres indicam que a erosão interna das bordas da cratera, remoção da camada de ejecta leva a um abaixamento da borda, preenchendo e aplainando o fundo da cratera. Este processo de degradação é acelerado devido à atividade fluvial e aluvial, embora processos eólicos possam também fazer parte.

Komatsu *et al.* (2014) também comenta sobre o papel do ambiente marciano no processo de degradação das bordas das crateras. Atualmente Marte é essencialmente desértico e suas

crateras hidrologicamente inativas, tendo a ação eólica como agente erosivo dominante, combinado com as atividades periglaciais limitadas, com a sublimação do gelo próximo à superfície. Imagens mais recentes de alta resolução identificaram vales fluviais formados por eventos episódicos de derretimento do gelo por impacto de meteoritos.

Como explicam em seu modelo Sugita & Schultz (2005), numa atmosfera rica em dióxido de carbono, o impacto de um grande meteorito metálico sobre um alvo rico em água (oceanos, calotas polares ou em permafrost no regolito) com espessura maior que 1/15 do comprimento do projétil impactador, geraria uma grande quantidade de hidrogênio após a expansão adiabática na nuvem de poeira que se eleva rapidamente, reagindo com o dióxido de carbono na atmosfera e gerando o metano através das reações de Fisher-Tropsch, catalisados pelos fragmentos metálicos sobreviventes ou condensados no interior da nuvem. O impacto de um meteoro poderia aumentar ligeiramente a quantidade de metano na atmosfera de Marte, que a despeito do curto período de estabilidade fotoquímica devido a radiação UV seria o suficiente para manter a temperatura nos limites da água líquida durante um curto período de tempo. Como resultado da fluidização da ejecta e formação de camadas com múltiplos lóbulos dispostos em forma de pétalas, configurando uma paisagem conhecida como cratera de pedestal. Entretanto o debate sobre o hidrotermalismo induzido por impactos continua um assunto deveras controverso.

## 2. Material e Método

Os estudos de astroblemas requerem MDEs (modelos digitais de elevação) de resolução refinada. Como base cartográfica para este trabalho foi utilizado o MDE ASTER GDEM 2 (Global Digital Elevation Model Version 2) obtido pelo sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission Radiometer) instalado no Satélite Terra, Disponível no website Earth Explorer no endereço <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> na resolução espacial de 30m/pixel, datum WGS-84, fuso 22 S. A partir deste foram elaborados mapas de declividade e orientação de vertentes e as áreas medidas através das ferramentas ROI (Regions of Interest) e Density Slice do programa ENVI 5.0. Como parâmetros morfométricos específicos para os astroblemas foram adotados os critérios definidos por Vijayan *et al* (2013), declividade interna do astroblema e o Índice de circularidade como a assinatura da borda da cratera.

No que tange a declividade neste estudo foi considerada toda a área interna da cratera de impacto ao invés de um único perfil topográfico. A declividade foi medida em graus nas classes de: 0 - 2°, 2 - 5°, 5 - 15°, 15 - 25°, 25 - 35°, >35°. A análise visual das formas de relevo de forte inclinação (vertentes), mais instáveis e áreas mais aplainadas (topos e fundos), mais estáveis.

Quanto à orientação de vertentes (*Aspect*) pode ser considerado como a “direção da inclinação”, nas orientações sugeridas por Gaida et al (2014) Norte (0 - 22,5°), (337,5° - 360°), Nordeste

(22,5° - 67,5°), Leste (67,5° - 112,5°), Sudeste (112,5° - 157,5°), Sul (157,5° - 202,5°), Sudoeste (202,5° - 247,5°), Oeste (247,5° - 292,5°) e Noroeste (292,5° - 337,5°).

O índice de circularidade, conforme Ronca & Salisbury (1966) é um conceito relacionado ao quanto uma figura bidimensional desvia de um círculo. Esta circularidade, no entanto pode ser confundida com arredondamento, que está relacionado com o formato e o número de cantos de uma figura. A circularidade ao invés disso está relacionada com o formato geral da figura. Por exemplo, o Índice de Circularidade de um hexágono regular é 0,827, enquanto uma elipse alongada com um de seus eixos com o dobro do comprimento do outro possui de circularidade de 0,5. Em uma figura perfeitamente circular o índice é de 1.

$$CI = 4\pi A/P^2$$

Onde: P=perímetro da cratera; A=área da cratera.

### 3. Resultados e Discussões

A cratera Domo de Vargeão possui uma área total de 115,89 Km<sup>2</sup> e 38,84 Km de perímetro. Conforme a fórmula do índice de circularidade obtém o valor de 0,965, o que a aproxima a um valor de circularidade alto, acima de 0,88. Sendo assim apesar de erodida, sua forma original permanece preservada. Quanto ao mapa de declividades, Figura 3, a maior parte do fundo da cratera, cerca de 63,77% ou 73,9 Km<sup>2</sup> apresenta uma declividade média a forte (5°- 15°) estando sujeita a processos erosivos, por movimentos de massa, escorregamentos, e a formação de ravinas. Quanto à topografia, podemos caracterizar a região como de colinas baixas e amplas acompanhando as linhas de falhas. No sector sul da cratera percebemos um padrão em H, formado pelas linhas de falha intercaladas pelas redes de drenagem e atividades agrícolas. As declividades mais altas estão localizadas no sector oeste da cratera.



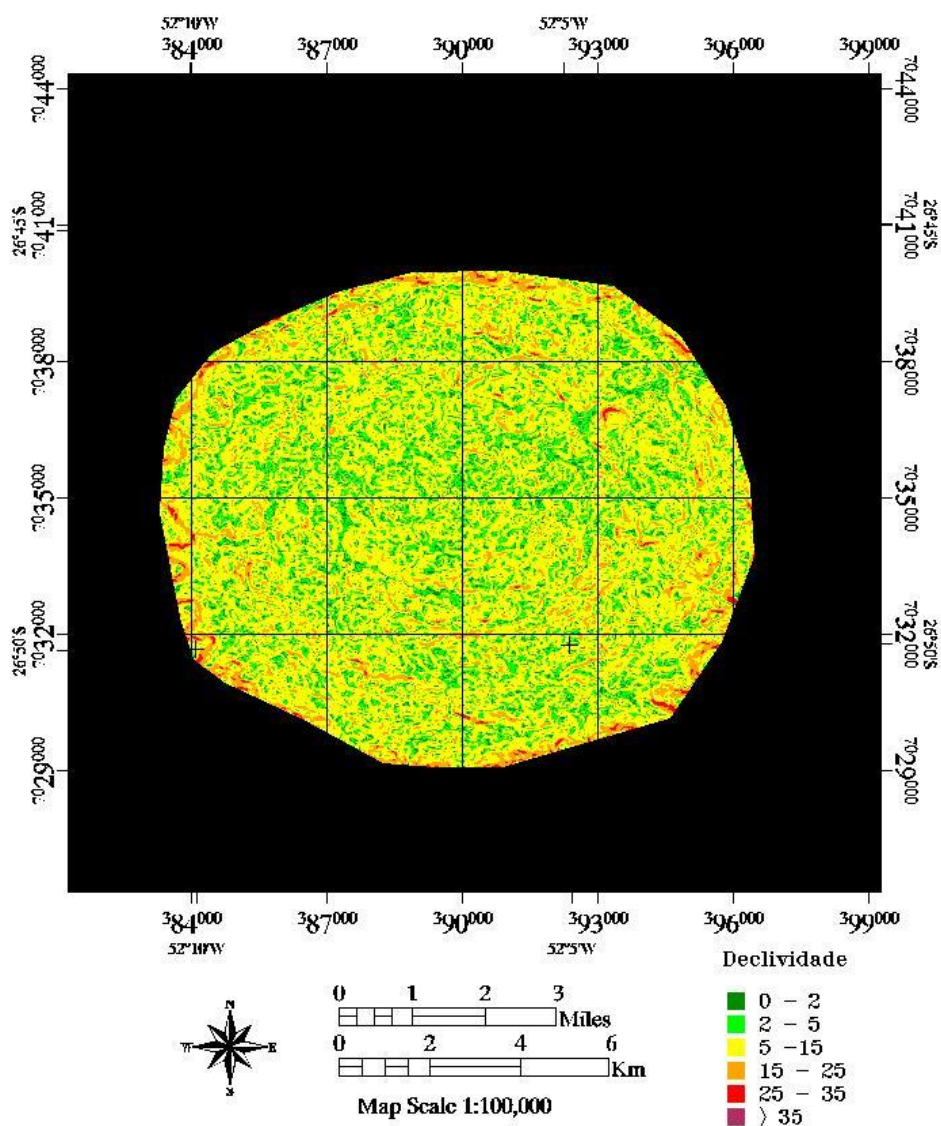


Figura 3 – Mapa de Declividades  
Fonte: USGS Earth Explorer

Na vista panorâmica do sector centro-oeste da cratera de impacto, Figura - 4 podemos perceber que embora a atividade agrícola seja intensa, as matas ciliares aparentam estar bem preservadas e ocupando as áreas dos antigos areiais, apresentando recuperação.

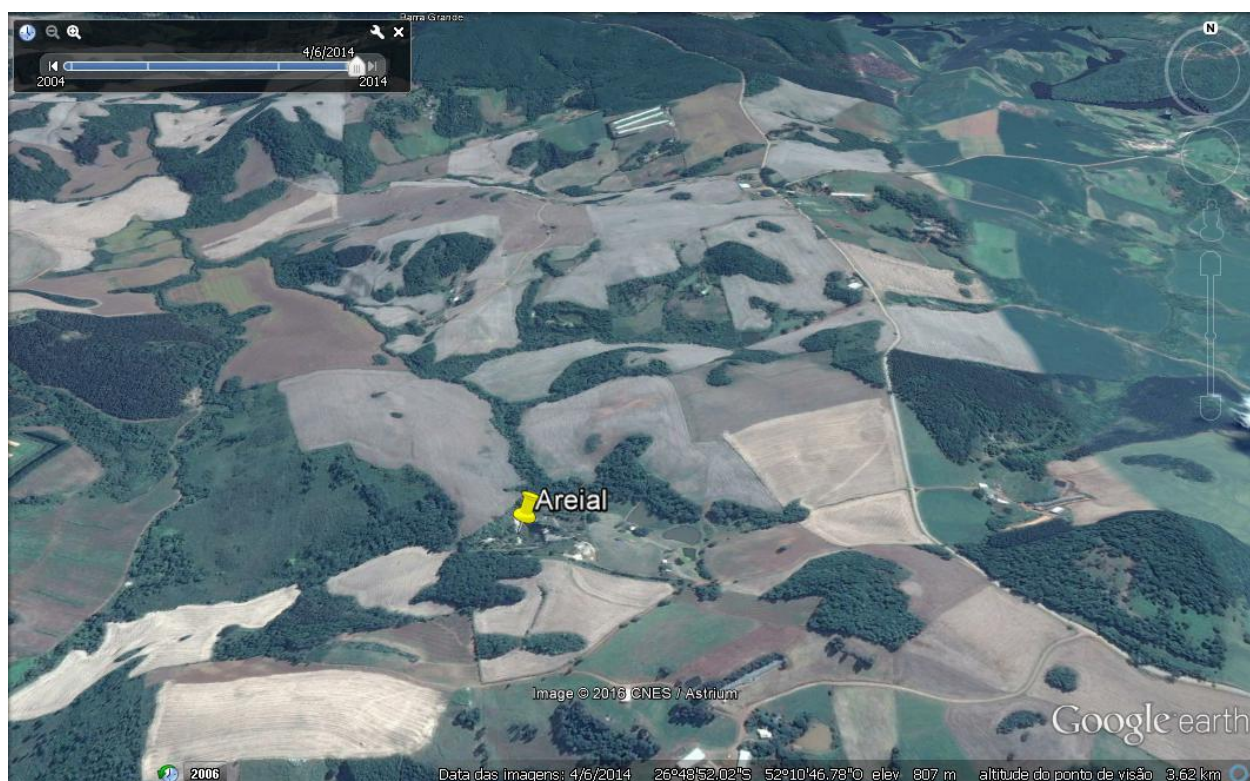


Figura 4 – Vista panorâmica do interior da cratera  
Fonte: Google Earth

A orientação de vertentes traz a direção regional do mergulho das camadas e afloramentos, o que nos ajuda a compreender a simetria e o contexto da estrutura, como podemos ver no mapa da Figura 5. Predominam as direções Norte (N) com 13,8 % (19,83 Km<sup>2</sup>) e Noroeste (NW) representando 11,23% (16,14Km<sup>2</sup>). Este alinhamento sugere uma possível direção do impacto, porém para a real definição da direção do impacto exige o uso de técnicas mais apuradas, envolvendo estudos *in situ* de materiais como cones de fragmentação.

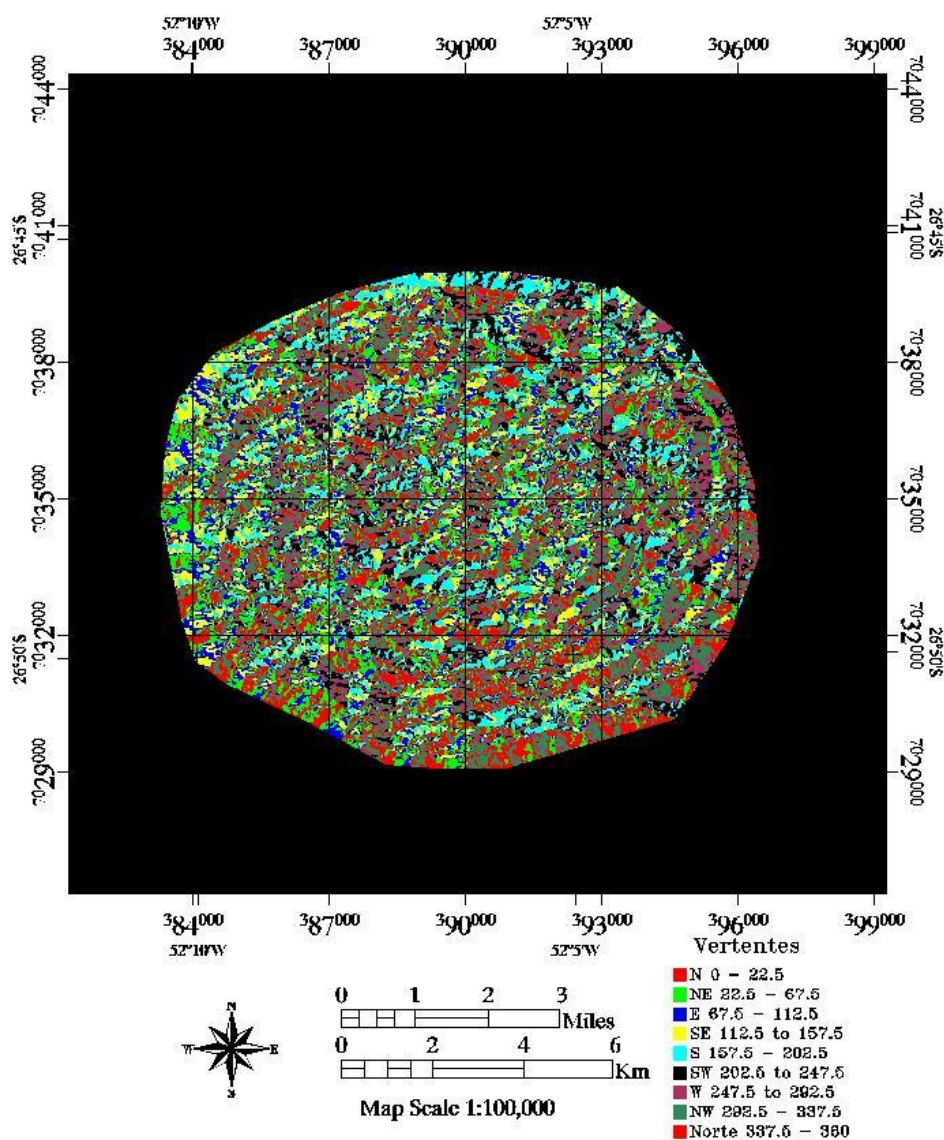


Figura 5 – Mapa de Orientação de vertentes  
Fonte: USGS

#### 4. Considerações Finais

Resumindo os resultados obtidos a partir da análise da circularidade, declividades e orientação de vertentes nota-se que apesar da presença de drenagens não se alterou a circularidade, assim embora erodida, sua forma original permanece preservada, com as maiores alterações ocorrendo no sector central, próxima ao pico central alongado no sentido NW-SE da cratera.

Este trabalho atualiza e expande estudos anteriores como os de Santos e Souza (2008) e Fernandez *et al.* (2013) relativos ao Domo de Vargeão sendo esta uma área extremamente interessante, tanto como análogo planetário, bem como no contexto geológico e geomorfológico da Bacia do Paraná. As alterações encontradas não são intensas como o esperado, porém são significativas considerando a idade do astroblema. Futuros estudos podem incluir a definição



precisa da direção do impacto, bem como a avaliação do potencial geoturístico do Astroblema Domo de Vargeão, o que exigirá estudos *in situ*.

## 5. Bibliografia

- Crósta *et al.* (2005). Astroblema Domo de Vargeão, SC Registro de Impacto Meteorítico sobre Rochas Vulcânicas da Bacia do Paraná. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. [Online] Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio114/sitio114.pdf> . [Acedido em 30 de abril de 2016]
- Fernandez, O. V. Q. et al (2013). Caracterização morfométrica de drenagem associada à cratera de impacto de Vista Alegre, município de Coronel Vivida, sudoeste do Paraná. *Revista Brasileira de Geografia Física*. [Online] 6(2), 157-169. Disponível em: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe). [Acedido em 30 de abril de 2016]
- French, B. (1998). *Traces of Catastrophe: A handbook. A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures* Houston: Lunar and Planetary Institute.
- Gaida, W et al (2014) Avaliação da topografia do Parque Estadual do Turvo, RS, utilizando o modelo digital de elevação ASTER GDEM Versão 2 / Evaluation of the topography of the Parque Estadual do Turvo, RS, using the digital elevation model ASTER-GDEM version 2.0 *XXV Congresso Brasileiro de Cartografia*. [Online] Disponível em: [http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/4/398/CT04-55\\_1402676841.pdf](http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/4/398/CT04-55_1402676841.pdf). [Acedido em: 30 maio 2016]
- Komatsu, G. et al (2014). Drainage systems of Lonar Lake, India: Hydrology and crater degradation. *Planetary and Space Sciences*. [Online] 95, 45-55. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/pss>. [Acedido em 30 de abril de 2016]
- Planetary and Space Sciences Centre (PASSC). Earth Impact Database [Online] Disponível em: <http://www.passc.net/EarthImpactDatabase/index.html>. [Acedido em 30 de abril de 2016]
- Ronca, L. B & Salisbury, J. W. (1966). Lunar History as suggested by circularity index of lunar crater. *Icarus*. [Online] 5(8), 130-138. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/icarus>. [Acedido em 30 de abril de 2016]
- Santos, D. Dal P & Souza, B. S. P. e (2008). Estudo comparativo de crateras de impacto (astroblemas) na Terra e Marte através de Sensoriamento Remoto. *Anais do V Seminário Latino-Americano de Geografia Física. Revista Geografia Ensino & Pesquisa*. [Online] 12(1), 3816-3831. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/vslagf/eixo4.pdf> . [Acedido em 30 de abril de 2016]
- Sugita, S & Schultz, P. H. (2005). Interaction between impact vapor clouds and early martian atmosphere. *Role of volatiles and Atmospheres on Martian Impact Craters*. [Online] Disponível em: <http://www.lpi.usra.edu/meetings/volatiles2005/pdf/3054.pdf>. [Acedido em 30 de abril de 2016]
- Vijayan, S. et al (2013). Topographical analysis of lunar impact craters using SELENE images. *Advances in Space Research*. [Online] 52, 1221-1236. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/asr> . [Acedido em 30 de abril de 2016]
- Yokoyama, E. et al (2015). Hydrothermal alteration in basalts from Vargeão impact structure, south Brazil and implications for recognition of impact-induced hydrothermalism on Mars. *Icarus*. [Online] 252, 347-365. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/icarus>. [Acedido em 30 de abril de 2016]

## **ANÁLISE DA DINÂMICA EROSIVA LINEAR EM ÁREA DE EXPANSÃO URBANA: UM RECORTE DO CENTRO-OESTE PAULISTA, BRASIL**

L. da S. Thomazini<sup>(a)</sup>, C M. Lupinacci<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> PPGG, UNESP- Rio Claro  
leothomazini@hotmail.com

<sup>(b)</sup> DEPLAN/ UNESP – Rio Claro  
cenira@rc.unesp.br

### **Resumo**

A urbanização brasileira teve um crescimento significativo a partir da segunda metade do século XX. Concomitante a tal fenômeno, desenvolve-se uma morfodinâmica pautada no tempo da ação humana, capaz de alterar as formas do relevo e paisagem. Sob tal perspectiva despontam os estudos da geografia, em especial da geomorfologia, que sobre preceitos teórico-metodológicos da Teoria Geral dos Sistemas, a qual compõe a bacia hidrográfica como um sistema aberto, orientou o objetivo deste trabalho sendo a análise da dinâmica erosiva linear em área expansão urbana. A fim de alcançar o objetivo proposto, definiu-se como objeto de estudo, a bacia do córrego Pau D'álho, por exemplificar as características das médias cidades brasileiras. Assim, foram realizados dois mapeamentos dos processos erosivos lineares, em períodos históricos distintos, um de 1972 e outro de 2010, os quais permitiram identificar a expansão urbana na área estudada e a distribuição das erosões, influenciadas pela urbanização.

**Palavras chave:** Geomorfologia, Bacia hidrográfica, Processo erosivo

### **1. Introdução**

O crescimento urbano do Brasil, nas últimas três décadas, proporcionou um aumento populacional significativo das médias cidades, fenômeno este observado por Santos (1996) e Maricato (2002) e ressaltado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ao apresentar, no censo de 2010, que 84% da população brasileira viviam nas cidades.

Este crescimento urbano do Brasil, a partir da segunda metade do século XX, acompanhou também o crescimento urbano mundial, que se desenvolveu, exponencialmente após a segunda Guerra Mundial, principalmente nos Estados Unidos e na Europa, como demonstrado por White (1994).

Junto à expansão urbana, estão os espaços ocupados por tal urbanização, os quais passam a ser regidos por uma nova dinâmica territorial, dotada de influências antrópicas mais intensas, imputando uma morfodinâmica pautada no tempo de vida humano, que segundo Schvasberg (2011), no contexto brasileiro, deu-se de forma desigual e fragmentado, refletindo-se em um padrão de urbanização perverso do ponto de vista da sustentabilidade ambiental.

Dentre os espaços influenciados pelo fenômeno da urbanização, destacam-se as áreas periurbanas, as quais constituem um complexo mosaico de interações entre as regiões rurais e urbanas, onde as estruturas urbanas não estão totalmente consolidadas, nem as características

naturais preservadas (ALLEN, 2003), mas que desenvolvem intensas ações antrópicas sobre o relevo, alterando a paisagem, com demonstrado por Guerra (2011).

Neste contexto, os princípios da geomorfologia se mostram oportunos para o avanço técnico-científico. Em especial, as contribuições da Geografia Antropogênica (NIR 1983), ao estudar as relações entre os sistemas físicos e sociais, ou seja, o processo de urbanização fixando-se sobre um estrato natural, mostra-se de suma importância à gestão urbana-ambiental, pois, desta forma é possível compreender a intensidade da ação do homem sobre o meio físico e “compreender em que medida essas transformações do meio ambiente, causadas pelo homem, podem ser responsáveis pela aceleração de certos processos geomorfológicos.” (GUERRA e MARÇAL, 2006, p. 29).

Nesse contexto, considera-se que, para a delimitação do objeto de estudo, a concepção de bacia hidrográfica torna-se instrumento valioso. Tal unidade espacial permite estudar as transformações da paisagem, relacionando os aspectos naturais com os antrópicos, por ser nesta onde se manifestam os resultados dos agentes modeladores, pois, constitui-se em um sistema aberto, capaz de influenciar outros sistemas, bem como ser influenciada por sistemas externos, constituindo o mecanismo de *output* e *input* energético (BERTALANFFY, 2010).

Com o intuito de analisar as alterações da paisagem oriundas das ações antrópicas vinculadas à urbanização, em especial no desenvolvimento dos processos erosivos, este trabalho tem por objetivo a análise da dinâmica erosiva linear em área expansão urbana, tendo como objeto de estudo a bacia hidrográfica do córrego Pau D'alho (Figura 1).

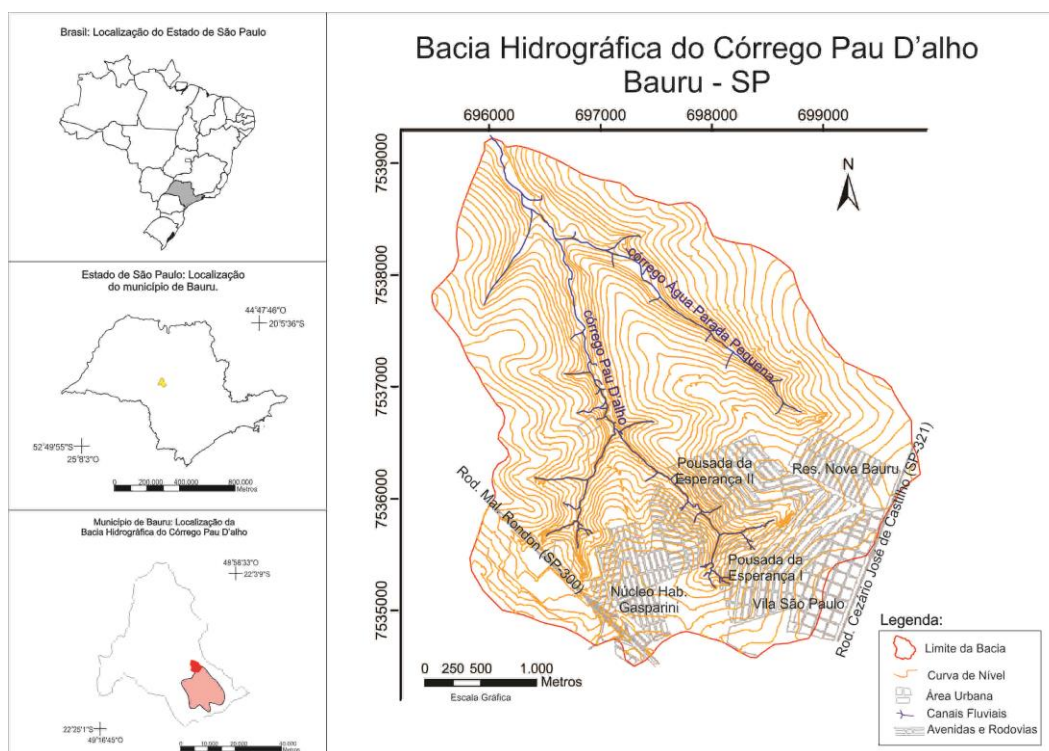


Figura 1 - Localização da área de estudo.

Inserida no município de Bauru, a bacia do Pau D'alto localiza-se no Planalto Ocidental Paulista, o qual se constitui em uma unidade morfoestrutural da bacia sedimentar do Paraná (ROSS e MOROZ, 1997).

Esta unidade geotectônica foi estabelecida sobre a Plataforma Sul-Americana, a partir do Devoniano, ou até mesmo do Siluriano, onde “a subsidência dessa bacia, mesmo com caráter oscilatório, permitiu a acumulação de grande espessura de sedimentos, lavas basálticas e sills de diabásio” e uma inclinação homoclinal das camadas paleozóicas e mesozóicas em direção ao interior da bacia (IPT, 1981). Tal processo permite, durante Cretáceo Superior, a formação de um grande grupo geológico sedimentar, o Grupo Bauru (IPT, 1981, p.46), denominado por Fernandes (1998) como Bacia Bauru.

Este grupo geológico é constituído por diversas formações predominantemente areníticas, em algumas regiões cimentadas por carbonato e cálcio (IPT 1981). Na bacia estudada, ocorrem as Formações Marília e Rio do Peixe, caracterizadas por deposições em climas áridos e semi-áridos, proporcionando considerável material arenoso (FERNANDES, 1998).

As características geológicas e geomorfológicas da área de estudo correspondem, aproximadamente, a 50% de todo o território do estado de São Paulo (ROSS e MOROZ, 1997; IPT, 1981), constituído por um relevo de colinas amplas e baixas com topos convexos e tabulares, extensos interflúvios, na ordem de 1.750m e 3.750m (ROSS, 1997), que somados com as altas pluviosidades no verão (de Dezembro a Fevereiro), típicas de clima tropical úmido, que segundo Santos e Castro (2006) é definido como Cwa, na classificação de Köppen, enquanto Canato et al. (2014), o define como tropical chuvoso – Aw, ultrapassando os 200mm de pluviosidade, proporcionam um ambiente propício ao surgimento das erosões nos solos Latossolos e Argissolos médio – arenosos presentes na área de estudo (ALMEIDA FILHO, 2000).

Sobre o aspecto urbano, a cidade de Bauru apresenta um significativo crescimento, associado à expansão das ferrovias paulistas, no final do século XIX e início do século XX, apresentando, já nas primeiras décadas de tal século, um índice de 215% no crescimento populacional. (MUNHÓZ, 1997).

O sucateamento das ferrovias em função da expansão rodoviária, na segunda metade do século XX, freou o desenvolvimento da cidade. Somente nas últimas décadas do século passado, com o processo de desconcentração industrial da capital e a duplicação das rodovias Castelo Branco (SP-280) e Marechal Rondon (SP-300), Bauru voltou a receber novos investimentos, importantes para o seu desenvolvimento e das cidades do entorno (TOLEDO, 2013).

Atualmente, Bauru constitui-se em uma típica cidade média do interior paulista, com seu dinamismo econômico e social, materializado nas construções de novos empreendimentos

imobiliários, exercendo alterações significativas sobre o relevo, justificando assim, a escolha da bacia do córrego Pau D'alto para a realização deste trabalho.

## 2. Materiais e Métodos

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto, foi realizado o mapeamento das feições erosivas lineares da bacia do córrego Pau D'alto em dois momentos históricos, um do ano de 1972 e outro do ano de 2010.

Os dados obtidos foram analisados por meio das concepções teórico-metodológicas da Teoria Geral dos Sistemas, a qual compreende a bacia hidrográfica como um ambiente aberto, definindo-se “como um sistema em troca de matéria com seu ambiente, apresentando importação e exportação, construção e demolição dos materiais que o compõem” (BERTALANFFY, 2010, p. 186).

Dessa forma, foi utilizada a base cartográfica vetorizada, em escala de 1:10.000, a qual forneceu as informações morfométricas tal como a elevação do terreno. Ainda, para a obtenção das informações sobre a morfografia, utilizaram-se fotografias aéreas, datadas de 2010/2011, concedidas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitana S/A (EMPLASA), e de 1972 adquiridas junto a BASE Aerofotogrametria e Projetos S/A, ambas na escala de 1:25.000.

Os trabalhos de interpretação, por meio da técnica de estereoscopia e mapeamento das características morfológicas, foram realizados na plataforma de edição do referido programa. Foi utilizado o programa Stereo Photo Maker, de licença gratuita, para realizar a composição dos pares estereoscópicos, de acordo com as orientações de Souza e Oliveira (2012) e em seguida, a partir do método anáglifo e com o auxílio dos óculos especiais de lentes coloridas, realizou-se a interpretação das feições geomorfológicas, de forma digital no ArcGis.

Os símbolos selecionados para a identificação das feições erosivas lineares foram baseados nas orientações de Tricart (1965) referentes as ravinas e voçorocas, e Verstappen e Zuidam (1975) para os sulcos erosivos e a erosão laminar, com as necessárias adaptações a fim de melhor representar as características da área estudada. A construção da simbologia seguiu as orientações de Paschoal; Conceição e Cunha (2010), cujo trabalho sistematiza o processo de elaboração dos símbolos na própria plataforma Gis, facilitando inseri-los na área de edição, na qual se encontra a base cartográfica e os pares estereoscópicos das fotografias aéreas.

A identificação dos usos da terra, como as áreas urbanas, pastos para a atividade pecuária, silvicultura, plantio de café, hortaliças e a mata ciliar, foram fundamentais para a realização do objetivo proposto, permitindo o mapeamento da expansão urbana e auxiliando na análise das ocorrências das feições erosivas.

Os diversos usos da terra foram identificados por meio da interpretação das fotografias aéreas, dos respectivos períodos históricos, segundo as orientações apresentadas por Ceron e Diniz

(1966), quanto à identificação das formas (cor, textura, forma da parcela, espaçamento e arranjo espacial), bem como os princípios fundamentais apresentados por Jensen (2011), compreendendo os elementos de interpretação de imagem.

Deste modo, a identificação dos usos da terra, em especial a urbanização, juntamente com as cartas de feições erosivas mostraram-se de suma importância para a análise da influência antrópica na formação dos processos erosivos sobre o relevo, adequando-se a confecção dos mapeamentos aos avanços tecnológicos.

### **3. Análise dos resultados**

O mapeamento realizado a partir das fotografias aéreas de 2010, atualizado com averiguações em campo (Figura 2), apresenta uma significativa expansão urbana sobre as vertentes a Sul e Sudeste da bacia, impulsionada pela duplicação das rodovias Marechal Rondon (SP-300) e Cezário José de Castilho (SP-324), sendo a primeira uma importante ligação viária, passando pelo interior do estado e conectando tais áreas a São Paulo, capital do estado e principal metrópole do Brasil; já a segunda é responsável em ligar a cidade ao aeroporto. Estas estruturas indicam que a área de estudo, além de ser um canal de expansão urbana, mostra-se como uma importante área econômica.

Devido à impermeabilização do solo, provocada pelo processo de urbanização, nota-se a ausência dos processos erosivos nas áreas urbanas. Em contrapartida, em torno de tais áreas, onde o solo não foi impermeabilizado, registram-se inúmeras feições erosivas lineares, como é possível notar, nas baixas vertentes, próximas ao Residencial Pousada da Esperança II e Residencial Vitória Régia.

As características físicas da área, com amplos interflúvios e longas vertentes, associadas com as altas pluviosidades no verão, proporcionam intenso escoamento superficial, que é concentrado nas áreas urbanizadas. Este escoamento adquire forte poder erosivo que irá atuar nas áreas onde a urbanização não está consolidada e, portanto, o solo não se encontra impermeabilizado, provocando o desenvolvimento dos processos erosivos, justificando assim, a elevada concentração dos sulcos nas baixas vertentes e das ravinas e voçorocas nas cabeceiras dos córregos, como ocorrem entre os bairros Gasparini e Pousada da Esperança e próximo ao Núcleo Residencial Vitória Régia.

As rodovias, principalmente a Marechal Rondon (SP-300), contribuem para tal processo, à medida que concentra o escoamento superficial e o despeja na cabeceira de um afluente da margem esquerda do córrego Pau D'Alho, propiciando o surgimento de voçorocas.

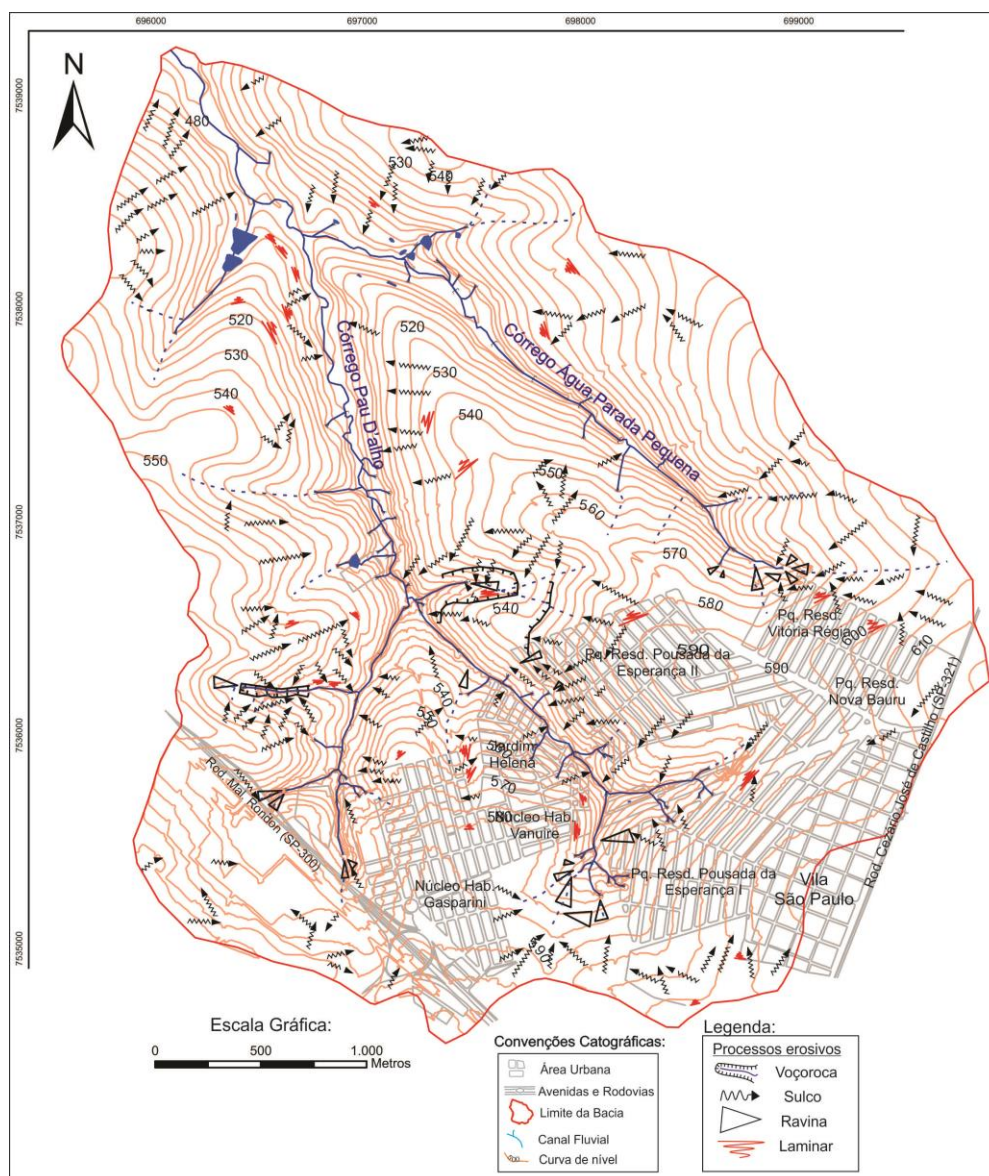


Figura 2 – Processos erosivos da bacia do Pau D'alto e malha urbana, momento atual.

Nas áreas não urbanizadas, os processos erosivos, principalmente os sulcos, ocorrem nas altas, médias e baixas vertentes, com destaque para a ocorrência das marcas de erosão difusa, devido ao uso da terra vinculado ao plantio de culturas anuais e a urbanização não consolidada, que deixam o solo exposto, como observado *in loco*.

As ravinas, concentradas, principalmente, nas nascentes próximas as áreas urbanas, como ocorrem nas vizinhanças do bairro Vitória Régia, Gasparini I, Pousada da Esperança I e da rodovia Mal. Rondon, salientam a influência que a urbanização exerce sobre o relevo, capaz de intensificar o desenvolvimento dos processos erosivos nas áreas adjacentes.

Nos topos, os sulcos erosivos também se fazem presente, mas com menor intensidade, indicando que além da pressão exercida pela urbanização, a suscetibilidade física da bacia favorece a formação dos processos erosivos. Este fato é comprovado com a ocorrência de sulcos nas baixas vertentes, do médio ao baixo curso do córrego Pau D'alto, as quais não se encontram



urbanizadas, mas as diferenças topográficas indicadas pelas curvas de nível demonstram que tais áreas possuem maior declividade, favorecendo o aumento da energia do escoamento superficial.

Na carta referente a 1972 (Figura 3), observa-se uma urbanização incipiente e o predomínio de atividades rurais, como o plantio e a criação de bovinos, conforme constatado na interpretação das fotografias aéreas.

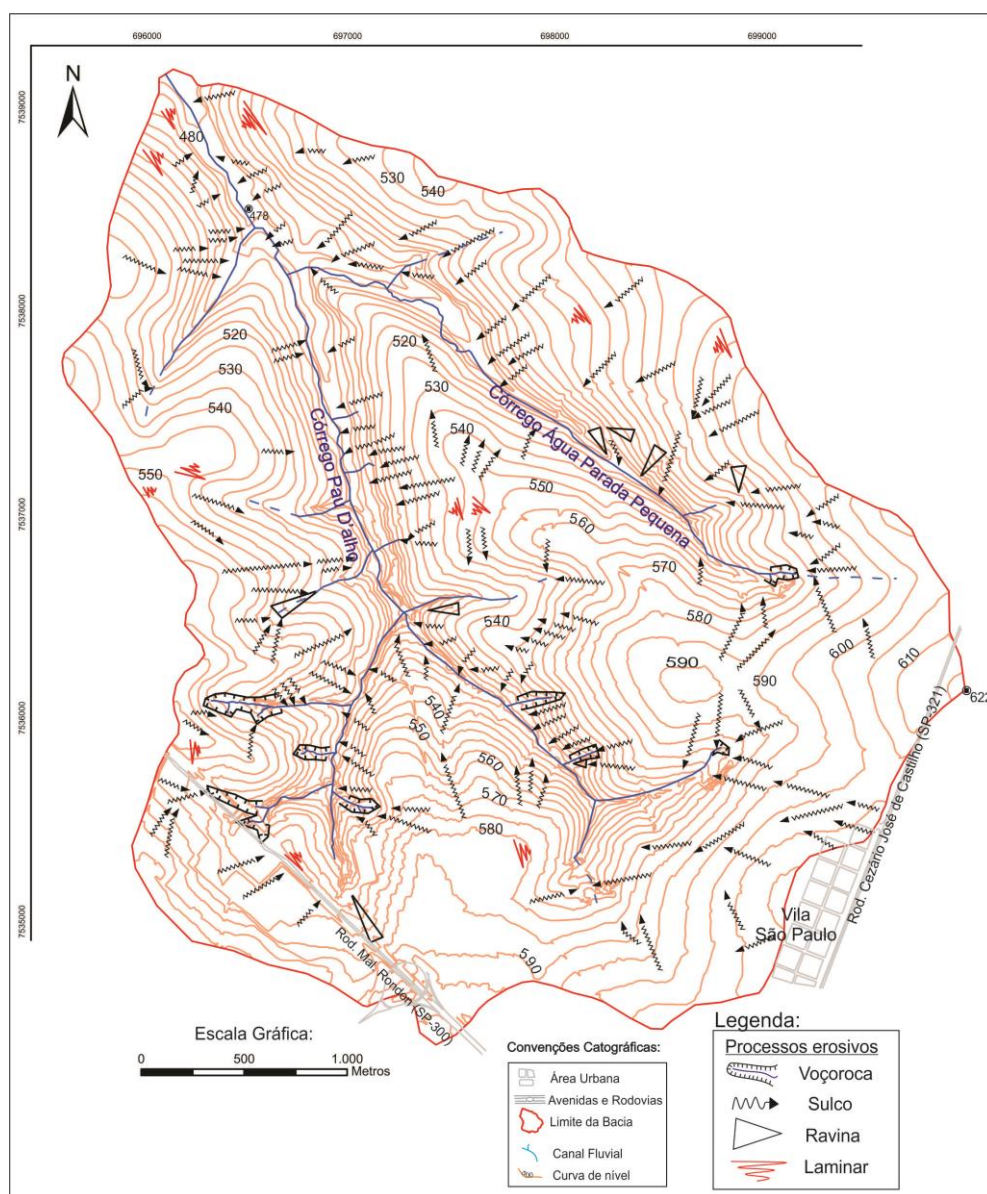


Figura 3 - Processos erosivos da bacia do Pau D'Alho, ano de 1972

Nesse mapeamento observa-se uma quantidade significativa de feições erosivas lineares, principalmente sulcos erosivos, distribuídos por toda a bacia, diferentemente do momento atual, onde há uma concentração na porção Sul da bacia, em torno das áreas urbanizadas.



A presença dos sulcos erosivos é expressiva nas áreas de baixa e média vertente, no interflúvio entre o córrego Pau D'alto e o da Água Parada Pequena, principalmente onde ocorrem mudanças topográficas, identificadas pela proximidade das curvas de nível, indicando áreas com maiores declividades.

No período de 1972, como a urbanização não avançava sobre a bacia, os processos erosivos orientam-se mais pelas condições físicas da área, do que pela ação antrópica direta, justificando os sulcos erosivos em baixa vertente.

Contudo, as atividades humanas em 1972 não eram inexistentes, registrando-se plantio de café e de cana de açúcar, ocupações rurais e pecuária, as quais levaram a um desmatamento das matas ciliares, justificando os sulcos erosivos de média e alta vertente, as ravinas e voçorocas.

Entre o período analisado a quantidade de feições erosivas variou muito pouco, apenas a ocorrência das ravinas que teve um aumento significativo (Tabela I).

Tabela I- Quantidade de feições erosivas lineares registradas na bacia do córrego Pau D'alto.

<b>Erosões (tipo)</b>	<b>Canários</b>	
	<b>1972</b>	<b>2010</b>
Sulco	175	182
Ravina	9	27
Voçoroca	8	8

Deste modo, é evidente a fragilidade do relevo da área quanto ao desenvolvimento dos processos erosivos, alterando a distribuição e intensidade dos mesmos mediante a variação do uso e ocupação da terra.

As feições tipo voçoroca apresentaram a mesma quantidade nos dois períodos, indicando que as atividades antrópicas exercidas em 1972 e as características físicas da área, foram suficientes para o desenvolvimento de tais feições. Contudo, o aumento das ravinas no período atual, demonstra a importância das ações antrópicas para o desenvolvimento erosivo, em especial, da urbanização, uma vez que o aumento das ravinas ocorreu, principalmente, nas nascentes, próximas às áreas urbanas (Figura 2).

A diferença do número de sulcos entre os períodos, menos de 10, pode aparentemente ser insignificante, mas considerando que no período atual, considerável parcela da área encontra-se impermeabilizada, restam poucos espaços para a ocorrência dos sulcos. Relacionando a quantidade de sulcos pela área de possível ocorrência na bacia, dá uma média de aproximadamente 14,5 sulcos por km<sup>2</sup> em 1972; já em 2010, considerando a área de solo não impermeabilizado, a média é de 22,7 sulcos por km<sup>2</sup>; registrando um aumento de 56,5% de sulcos por km<sup>2</sup> nas áreas não impermeabilizadas.

Nas áreas de topo, próximas a Vila São Paulo, em 1972, observa-se a presença de sulcos, pois, neste período, tais áreas eram adjacentes a urbanização (Figura 3). Já no período atual, o mesmo setor, agora urbanizado e impermeabilizado, não apresenta as mesmas feições, mas essas surgem nos topos, nas áreas ainda não urbanizadas, entre a Vila São Paulo e Gasparini I (Figura 2), demonstrando a influência da urbanização na distribuição espacial desse tipo de forma.

#### 4. Considerações Finais

A bacia do córrego Pau D'alho apresenta uma pré-disposição para o desenvolvimento dos processos erosivos, devido suas características físicas. Afirma-se isso visto que, em 1972, antes da expansão urbana para essa área, já se registrava significativo número de feições erosivas lineares. Contudo, a ação antrópica sobre a bacia demonstra-se capaz de intensificar a ocorrência de tais feições.

A expansão urbana sobre a bacia propiciou a formação de sulcos e ravinas nas áreas adjacentes as áreas impermeabilizadas, demonstrando a fragilidade das áreas peri-urbanas em função das intensas transformações que a urbanização provoca sobre a paisagem, em destaque o relevo.

Assim, o conhecimento das características geomorfológicas e as respostas do relevo mediante a expansão urbana, são de suma importância para uma gestão urbano-ambiental eficiente, capaz de mitigar problemas urbanos comuns às cidades brasileiras, como assoreamento dos rios, enchentes, asfaltos danificados e construções avariadas, a fim de conter gastos públicos e promover uma urbanização condizente com as condições físicas do relevo.

#### 5. Bibliografia

- ALLEN, A. (2003). Environmental planning and management of the peri-urban interface: perspectives on an emerging field. *Environment and Urbanization*, 15.
- ALMEIDA FILHO, G. S. (2000) *Diagnósticos de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru – SP*. Dissertação de Mestrado. Campinas: UNICAMP.
- BERTALANFFY, L. von. (5ªed.) (2010). *Teoria Geral dos Sistemas: Fundamentos, desenvolvimentos e aplicações*. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes.
- CANATO, H. M. et al. (2014). Caracterização hidrográfica do aquífero adamantina na área urbana de Bauru, SP. *Ciências e Engenharia*, 23 (2), 39 – 47.
- CERON, A.O.; DINIZ, J.A.F. (1966). O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. *Revista Brasileira de Geografia*, 28 (2), 161 – 173.
- CUNHA, C. M. L. (2001). *A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental*. Tese de Doutorado. Rio Claro: UNESP.
- FERNANDES, L. A. (1998). *Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)*. Dissertação de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- GUERRA, A. J. T.(org.). (2011). *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- IPT. (1981) *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*: escala 1: 1.000.000. São Paulo: IPT. (caderno 5)
- JENSEN, J. R. (2ªed.) (2011). *Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em Recursos Terrestres*. São José dos Campos: Parêntese.

- MARICATO, E. (2ªed) (2002). *Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana*. Petrópolis: Vozes.
- MUNHÓZ, E. R. (1997). *O uso e a ocupação do solo do município de Bauru – SP*. Rio Claro: SP.
- PASCHOAL, L. G., CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologia para mapeamentos geomorfológicos: uma aplicação na área do complexo argileiro de Santa Gertrudes/SP. In: *VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia*. Recife, p:1-13.2010.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. (1997). *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*: escala 1: 500.000. São Paulo.
- SANTOS, M. (3ªed.) (1996). *A Urbanização Brasileira*. São Paulo: Hucitec.
- SANTOS, L. J. C. e CASTRO, S.S. (2006). Lamelas (bandas onduladas) em Argissolo Vermelho-Amarelo como Indicadores da Evolução do Relevo: o Caso das Colinas Médias do Platô de bauru (sp). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 7 (1), 46 – 64.
- SCHVASBERG, B. (2011) Planejamento Urbano no Brasil pós-1988: panorama histórico e desafios contemporâneos. In R. de FARIA; B. SCHVASBERG. *Políticas Urbanas e Regionais no Brasil*. (pp 16-32). Brasília: UnB – FAU.
- SOUZA, T. de A., OLIVEIRA, R. C. de. (2012). Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. *Revista Geonorte*, 2 (4), 1348 – 1355.
- TOLEDO, E. F. T. (2013). *Processos de emergência e consolidação de novos espaços industriais no estado de São Paulo: ações de agentes locais e externos e transformações geográficas ocorridas nos municípios mais industrializados da região administrativa de Bauru*. Dissertação de Doutorado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- TRICART, J. (1965). *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Paris: Masson.
- VERSTAPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A. van. (1975). ITC System of geomorphological survey. *Manuel ITC Textbook*. Netherlands: v. VII, Chapter VII.
- WHITE, R. R. (1994). *Urban Environment Management: Environmental Change and Urban Design*. Chichester: John Wiley & Sons Ltda.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento deste trabalho, sob o processo número 14/07017-9

## COMPOSIÇÃO DOS SEDIMENTOS DE FUNDO E FEIÇÕES MORFOLÓGICAS NA CONFLUÊNCIA DOS RIOS CABAÇAL E PARAGUAI, CÁCERES – MATO GROSSO

G. C. F. de Arruda <sup>(a)</sup>, G. R. dos S. Leandro <sup>(b)</sup>, C. A. de Souza <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia, Campus de Presidente Prudente da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP.  
gustavogeociencias@hotmail.com.

<sup>(c)</sup> Curso de Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
celiaalvesgeo@globocom

### Resumo

O presente trabalho objetivou identificar as feições morfológicas positivas e negativas bem como relacionar sua formação à composição dos sedimentos a partir de uma pesquisa amostral. Para tanto foi definido o trecho de confluência dos rios Cabaçal e Paraguai nas coordenadas geográficas 15°56'50.16" a 16°0'32.78" S e 57°44'36.21" a 57°41'32.67" W. Os procedimentos metodológicos foram realizados em campo (coleta de amostras de fundo, suspensão e de barra), laboratório (pipetagem, peneiramento e evaporação) e em gabinete com a sistematização e análise dos dados. O trecho apresenta uma área total de 37,3 km<sup>2</sup> com padrão de canal em meandros (curvas sinuosas e semelhantes). Os dados obtidos comprovam que os sedimentos de fundo são compostos por areia fina e silte, enquanto que, nas barras de sedimentos predominam areia fina. A formação das barras de canal é resultado da interação dos sedimentos de fundo que são depositados, associado à variação do volume de água.

**Palavras-Chave:** Ambientes fluviais, rios Paraguai e Cabaçal, feições morfológicas.

### 1. Introdução

Os ambientes fluviais apresentam extremos quando consideradas a sua dinâmica e conectividade transversal entre o canal e sua planície de inundação, bem como enquanto sistema ambiental a partir da conectividade ao longo do perfil longitudinal - bacia hidrográfica (ROCHA, 2011). Diante disso, Souza (2004) e Silva *et al.* (2011) destacam que o rio Paraguai é uma imensa área de sedimentação e inundação, situada na bacia com o respectivo nome, cuja fonte provém do planalto que a circunda em seu alto curso.

Devido ao seu posicionamento geomorfológico e às características hidrológicas, o Pantanal, sistema conectado a bacia do Alto Paraguai, exerce uma função reguladora do regime hídrico, provocando o retardamento no escoamento da água. O sistema fluvial com sua planície e o pulso de inundação possibilita a manutenção da complexidade paisagística e da biodiversidade (SOUZA, 2012).

A dinâmica fluvial possui importante papel na evolução desses ambientes (canal e planície) e se caracteriza a cada ciclo de cheia e de vazante por processos de erosão, transporte e deposição. Esses processos dão forma à paisagem com as feições morfológicas. É importante, também, no que se refere aos recursos hídricos, turismo e navegação, como práticas sociais e conservação ambiental (LEANDRO *et al.*, 2014).

Ao considerarmos o sistema fluvial da bacia do Alto Paraguai, o rio Cabaçal é um importante afluente a margem direita. Sua nascente está localizada nas bordas da Chapada dos Parecis no município de Reserva do Cabaçal, Mato Grosso. Cabe destacar que em sua bacia inúmeras atividades agropecuárias são desenvolvidas e que, associado a um mau manejo solo o sistema fluvial apresenta inúmeros problemas ambientais como assoreamento. Como consequência, o aporte de sedimentos em seu baixo curso pode implicar em mudanças no padrão de canal (SOUZA, 2012).

Nos últimos anos estudos realizados no rio Paraguai avaliaram os aspectos sedimentares e feições morfológicas. Souza (2004) analisou a dinâmica do canal (erosão e deposição); Leandro *et al.* (2012) verificaram os aspectos dos sedimentos de fundo; Andrade *et al.* (2013) associaram os tipos de sedimentos de fundo com as barras de canal e; Leandro *et al.* (2014) associou os sedimentos de fundo com a dinâmica de deposição.

Nesse sentido as feições morfológicas podem indicar, por serem registros, a evolução nos ambientes fluviais e possíveis mudanças em sua dinâmica. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou identificar as feições morfológicas, bem como relacionar sua formação à composição dos sedimentos no trecho de confluência entre os rios Cabaçal e Paraguai, Cáceres – Mato Grosso.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1. Área de estudo**

A área de estudo compreende o trecho do corredor fluvial do rio Paraguai, na confluência com o rio Cabaçal, com área total de 37,3 km<sup>2</sup>. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 15°56'50.16" a 16°0'32.78" Sul e 57°44'36.21" a 57°41'32.67" Oeste.

### **2.2. Procedimentos Metodológicos**

As coletas de amostras de sedimentos ocorreram no período de vazante em 30 de julho de 2015, sendo executados alguns procedimentos: 1) Batimetria em perfis transversais (largura e profundidade) utilizando sonar Garmin GPSMAP. 2) Mensuração da velocidade do fluxo com auxílio do molinete fluviométrico. 3) Os sedimentos em suspensão foram coletados com a

garrafa de Van Dorn e os sedimentos de fundo com o aparelho do tipo Van Veen (mostrador de mandíbula). 4) Também foram coletados materiais em depósito de sedimentos (barras arenosas). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos de 1 kg, etiquetados com os dados do ponto de coleta e localização, as barras de sedimentos foram mensuradas considerando: largura, comprimento e altura.

Para fracionamento do material de fundo e de feições deposicionais em areia, silte e argila, utilizou-se o método de pipetagem com a dispersão total (EMBRAPA, 1997). A quantificação das frações de areia (grossa, média e fina) foi obtida por peneiramento. O material retido, na peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (nº 270) pela Pipetagem - dispersão total foi seca em estufa. Posterior foi submetido ao processo mecânico de Peneiramento no Agitador Eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi pesado separadamente (SUGUIO, 1973). As amostras de sedimentos em suspensão foram acondicionadas em béquer pesados anteriormente. Realizou-se secagem do material em estufa modelo TE-394/2 sendo os béqueres pesados três vezes com auxílio de balança analítica, onde, se obtiveram os valores de sedimentos em suspensão ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) (LELI *et al.*, 2010).

A vazão foi obtida a partir da fórmula:  $Q = V \times A$  onde  $Q$  = Vazão;  $V$  = velocidade da água e;  $A$  = a área da seção (CUNHA, 2009). Também foram determinados os valores de descarga sólida em suspensão ( $Q_{ss}$ ), ao consideramos a concentração de sedimento suspenso da vertical ( $C_{ssi}$ ), respectiva descarga líquida da vertical ( $Q_{li}$ ) e segundos totais em 24 horas (86400), na forma da expressão abaixo:

$$Q_{ss} = \sum (C_{ssi} \cdot Q_{li}) \cdot 0,0864$$

Em que:  $Q_{ss}$  = descarga sólida em suspensão (t dia-1);  $C_{ssi}$  = concentração de sedimento em suspensão da vertical ( $\text{mg/L-1}$ );  $Q_{li}$  = descarga líquida da respectiva vertical ( $\text{m}^3/\text{s-1}$ ); e 0,0864 = total de segundos/dia (CARVALHO, 2009).

### 3. Resultado e discussão

A área de estudo abrange um ambiente de confluência, cujos rios – Cabaçal e Paraguai - são responsáveis por contribuir para a manutenção das características das planícies e Pantanal mato-grossense. Seus sistemas de drenagem são embasados por materiais aluvionares o que significa uma condição atual de retrabalhamento dos sedimentos. Por sua vez o padrão de canal meandrante condiciona a formação de diversas feições morfológicas, considerando a mobilidade do canal (Grizio *et al.*, 2011) e instabilidade dos ambientes (Bayer e Zancopé, 2014). As barras de sedimentos (centrais e laterais), diques marginais e ilha fluvial se destacam enquanto formas positivas. Na classificação das feições negativas foram identificadas as baías, lagoas e canais

secundários. As vazantes, por terem sua dinâmica condicionada à variação no volume de água e transbordamento para a planície, podem ser classificadas como uma feição de transição (Figura 1).

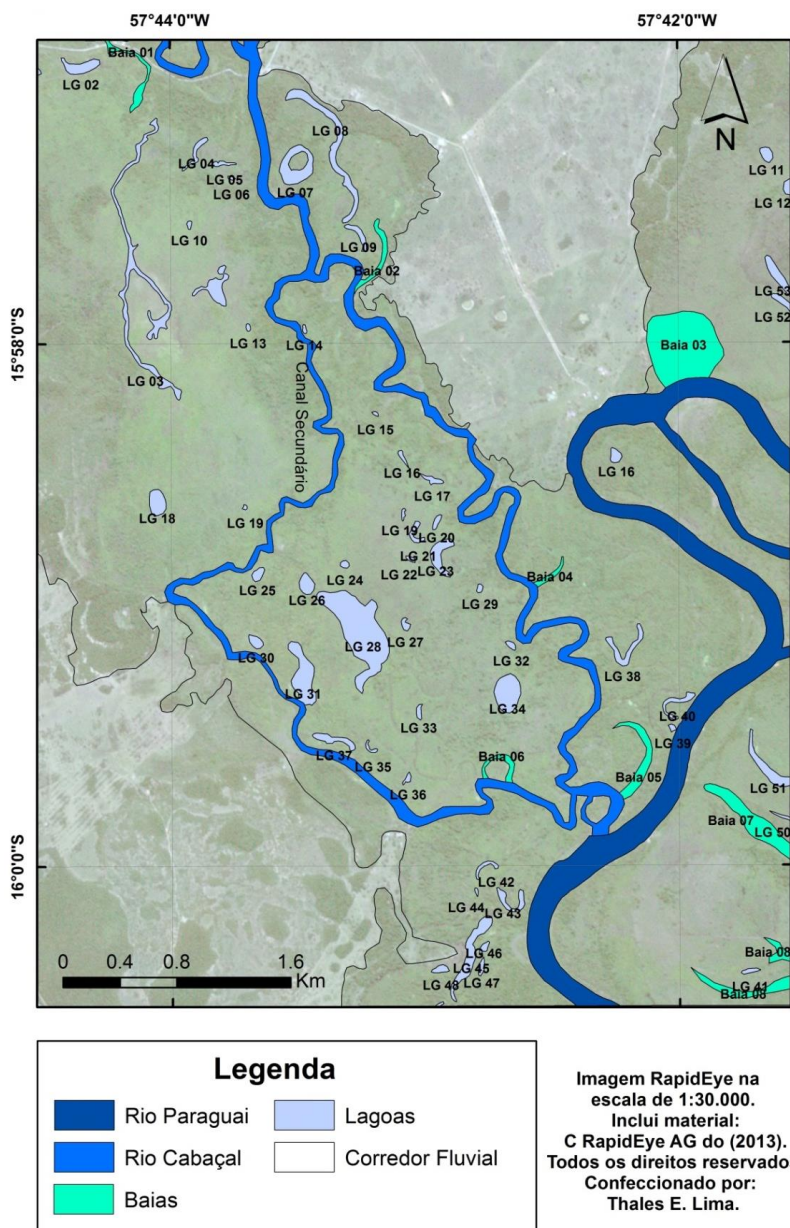


Figura 1. Feições morfológicas no ambiente de confluência, Cáceres – Mato Grosso.

Org: os autores.

### 3.1. Características hidrossedimentares

O levantamento de dados em quatro seções transversais permitiu a sistematização das variáveis hidrodinâmicas. Através da análise em laboratório, podemos identificar qual o aporte de sedimentos de fundo e em suspensão transportados e sua influência na dinâmica deposicional ocorrida nos ambientes fluviais (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis hidrodinâmicas em seções transversais.

Seção	Profundidade m	Velocidade m.s <sup>-1</sup>	Área de seção m <sup>2</sup>	Vazão m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	Sólidos em suspensão (mg.l <sup>-1</sup> )	Descarga sólida em suspensão t/dia
1	1,36	0,36	42,71	15,37	660	876,45
2	1,90	0,28	85,10	23,82	620	1.275,99
3 A	1,50	---	45,37	---	700	---
3 B	1,90	---	74,25	---	---	---
4	1,70	0,45	98,95	44,53	780	3.000,96

Fonte: Dados de campo sistematizados em gabinete.

No trecho há presença de aguapés (vegetação flutuante) e a mata ciliar encontra-se preservada com espécies arbustivas como o Sarã (*Sapium haematospermum*) e arbóreas como o Jatobá (*Hymenaea Courbaril*). O canal apresentou 1,36 m de profundidade na primeira seção, média inferior a registrada na segunda seção. A vazão para esta seção foi de 15,37 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, sendo a velocidade média 0,36 m.s<sup>-1</sup>. A concentração de sedimentos suspensos foi de 660 mg.l<sup>-1</sup>. Enquanto que a descarga de sólida suspensa foi de 876,45 t/dia. Embora com velocidade inferior, a vazão registrada na segunda seção foi maior que o volume a montante, fato que pode ser explicado pela área da seção. A carga de sedimentos suspensos foi de 620 mg.l<sup>-1</sup> com descarga sólida de 1.275,99 t/dia (Tabela 1).

A terceira seção encontra-se no canal secundário do rio Cabaçal, sendo dividida em 3A e 3B (Tabela 1). Foi retirada apenas a profundidade do centro do canal para as 2 subseções com 1,70 m. Nos sedimentos de fundo ocorreram frações finas com volume considerável de silte (Figura 2). O ambiente foi classificado como baía por possuir conectividade com o canal principal, embora tenha característica lântica. A combinação de águas paradas ou semiparadas com o período de vazante contribuiu para a decantação do material fino nesse local.

Os percentuais granulométricos nos sedimentos de fundo predominaram em frações arenosas nas demais seções. Contudo, os volumes das areias grossa e média diminuíram de montante para jusante. Da seção I a IV verificou-se aumento no percentual de areia fina sendo maior a concentração na última seção (Figura 2).

Na quarta seção o rio Cabaçal deságua no rio Paraguai e na margem côncava à esquerda, se encontra a planície do rio Paraguai, onde o rio Cabaçal é influenciado por sua dinâmica no período de cheia (LEANDRO, 2015). A profundidade média foi de 1,70 m com um volume de 44,53 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, sendo a velocidade média 0,45 m.s<sup>-1</sup>. Cabe salientar que a margem direita da seção o estágio avançado de deposição na ilha fluvial contribuiu para que a mesma fosse incorporada a planície aluvial. Além da deposição, outros três fatores contribuíram e indicam essa evolução: 1) morfologia convexa com sucessivos depósitos em barra lateral, 2) mudanças hidrossedimentológicas no canal secundário que assumiu característica de vazante e 3) presença



vegetação arbustiva e ciliar preservada associado a vegetação pioneira nas barras e dique marginal.

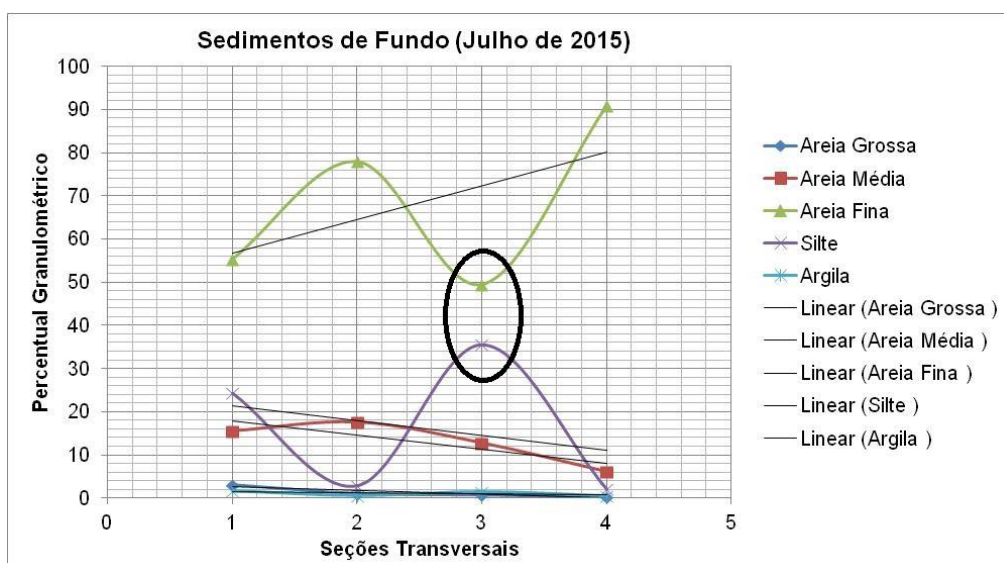


Figura 2. Distribuição e granulometria dos sedimentos de fundo em seções transversais.

Fonte: Dados de análise laboratorial.

### 3.2. Tipologias e características das feições deposicionais

Quanto às feições positivas as mesmas estão associadas à diminuição do volume de água e ao aporte de sedimentos. Sobre isso, Andrade et al. (2013) afirmam que, os depósitos de sedimentos são formados pela variação hidrodinâmica e composição granulométrica, também associada à sazonalidade da região com período de vazante e cheia. Carvalho (1994) destaca que, a distribuição de sedimentos através de uma seção transversal é variável de um lado para o outro. Esta é variável em função da velocidade da corrente, da disponibilidade de sedimentos e de sua granulometria.

As formas deposicionais da área de estudo abrangem: 1) Planície de inundação com ocorrência de mata ciliar. 2) Dique marginal que se trata de depósitos de sedimentos nas margens do canal, sendo coberto e estabilizado por vegetação arbustiva e herbácea. 3) Barras convexas e lateral resultado da morfologia e do padrão de canal, sendo fatores formadores ainda a baixa velocidade do fluxo e deposição de sedimentos de fundo – areia fina com percentuais acima de 80% (Figura 3). 4) Cordões laterais que, consistem em uma sequência deposicional de sedimentos em diferentes níveis associado a um sistema de vazante.

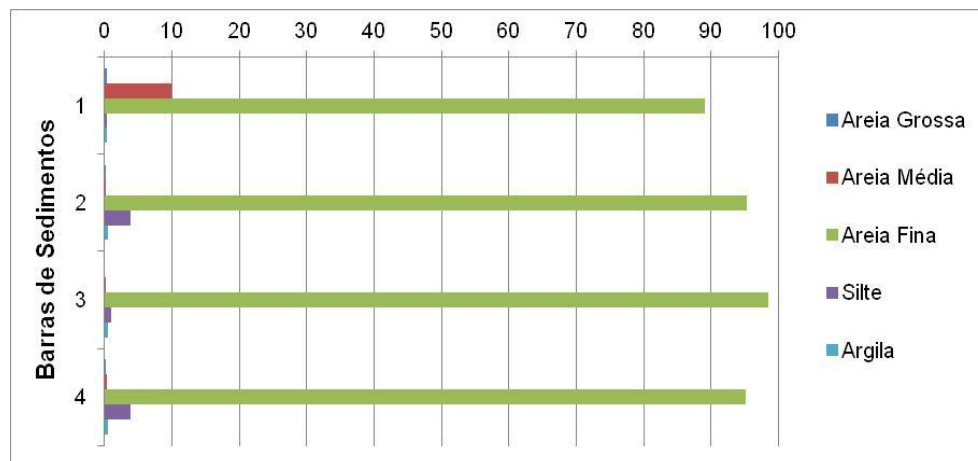


Figura 3. Percentual granulométrico dos sedimentos depositados.

Fonte: Dados de laboratório sistematizados em gabinete.

Na área de estudo houve a ocorrência de 04 (quatro) feições deposicionais recentes associadas ao aporte de sedimentos – 3 barras de sedimentos cujas dimensões variam de 1,84 m<sup>2</sup> a 5,11 m<sup>2</sup> e 01 ilha fluvial com extensão de 15,09 km e área total de 5,04 km<sup>2</sup>. As feições deposicionais que estão acima do espelho d'água são chamadas de positivas, contudo cabe salientar que a deposição em barras também ocorre de forma submersa. A quarta barra de sedimentos (Figura 3) foi formada em anexo a ilha fluvial, portanto caracterizando sua evolução.

#### 4. Considerações finais

O sistema fluvial no trecho estudado possui padrão meandrante. As características morfológicas na área de estudo indica maior quantidade de feições negativas compostas por baías, canal secundário, sendo as lagoas as feições predominantes com total de 53. Os pulsos de inundação podem explicar a formação dessas feições, isso porque foram identificados em campo sistemas de vazante responsáveis pela manutenção das lagoas e conexão entre as baías e canal principal.

Os sedimentos de fundo apresentaram predominância de fração areia fina, bem como nas barras de sedimentos. Nas margens a vegetação esta conservada com ocorrência de extrato arbustivo, arbóreo e espécies gramíneas sendo importantes para a estabilidade dos depósitos. A presença de diques marginais indica a inserção das formas deposicionais positivas a planície aluvial, ou seja, a deposição de sedimentos contribui para a sua evolução. Enquanto que, as feições negativas são resultado da hidrodinâmica da calha fluvial e canais principais.

Com relação a carga de sedimentos em suspensão o volume variou entre 620 a 780 mg/L e o material pode ser transportado e depositado em outros compartimentos a jusante, formando na planície de inundação depósitos verticalizados ou estratificados. O material contribui ainda para

a estabilização de diques marginais, barras de sedimentos centrais que podem evoluir para ilhas, laterais, convexas e cordões laterais quando associados a matéria orgânica.

## 5. Agradecimentos

Ao projeto Processo de sedimentação e qualidade da água no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Bugres e a Estação Ecológica da Ilha Taiaimã – Mato Grosso, vinculado à sub-rede de pesquisa ASA de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense financiada pela REDE PRO-CENTRO-OESTE MCT/CNPq/FNDCT/FAPEMAT/MEC/CAPES nº 031/2010 (2010-2015) pelo apoio financeiro, que possibilitou os trabalhos de campo e laboratório dos quais decorrem este manuscrito.

## 6. Referências

- ANDRADE, L. N. P. S.; LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A. (2013). Geoformas deposicionais e sedimentos de fundo na foz da baía Salobra confluência com o rio Paraguai Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, n. 2, p. 253-270.
- BAYER, M.; ZANCOPÉ, M. H. C. Ambientes sedimentares da planície aluvial do rio Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.15, n. 2, p. 2003-220, 2014.
- CARVALHO, N. O. *Hidrossedimentologia prática*. Rio de Janeiro: CPMR, 1994. 372 p.
- CUNHA, S. B. (2009). *Geomorfologia fluvial*. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). *Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações*. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand. p. 157- 189.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997). *Manual de métodos de análises de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 212 p.
- GRIZIO, E. V.; SOUZA FILHO, E. E.; ASSINE, M. L. (2011). Mobilidade do canal no rio Paraguai Superior. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 71-80. 2011.
- LEANDRO, G. R. S. (2015). *Dinâmica ambiental e hidrossedimentológica no rio Paraguai entre a Volta do Angical e a cidade de Cáceres – MT*. 145 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói - RJ.
- LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A. (2012). Pantanal de Cáceres: composição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. v. 7, n. 2.
- LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; NASCIMENTO, F. R. (2014). Sedimentos de fundo e em suspensão no corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal norte mato-grossense, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia. (Online)*. v. 34, n. 2, p. 195-214.
- LELI, I. T.; STEVAUX, J. C.; NÓBREGA, M. T. (2010). Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. *Boletim de Geografia*, v. 28, n. 1, p. 43-58.
- ROCHA, P. C. (2011). Sistemas rio-planície de inundação: geomorfologia e conectividade hidrodinâmica. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, v. 1, n. 33, p. 50-67.
- SOUZA, C. A. (2012). *Bacia Hidrográfica do rio Paraguai – MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. – São Carlos: Editora Cubo. 210 p.
- SOUZA, C. A. (2004). *Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiaimã-MT*. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia) Centro de Ciências Matemática e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SUGUIO, K. (1973). *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blücher.

## MIGRAÇÃO LATERAL E EVOLUÇÃO MORFOLÓGICA NO CORREDOR FLUVIAL DO RIO PARAGUAI REGIÃO DO PANTANAL SUPERIOR – MATO GROSSO - BRASIL

G. R. S. Leandro <sup>(a)</sup>, C. A. Souza <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia, Campus de Presidente Prudente da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP.

gustavogeociencias@hotmail.com.

<sup>(b)</sup> Curso de Geografia, Programas de Pós-Graduação em Geografia e Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

celiaalvesgeo@globo.com

### Resumo

Em ambientes aluviais os sistemas de drenagem estão sobrepostos em materiais inconsolidados ou semiconsolidados. A drenagem do rio Paraguai, na região de Cáceres – Mato Grosso não é diferente pois é embasada por sedimentos da Formação Pantanal e Aluviões Atuais. Considerando as interações hidromorfodinâmicas os rios desenvolvem padrões de canal de acordo com os processos erosivos, mecanismos de transporte de sedimentos e de deposição. Nesse contexto o presente estudo apresenta a partir de mapas temáticos as principais mudanças ocorridas no sistema meandriforme do rio Paraguai e afluentes da margem direita (rios Sepotuba e Cabaçal). Cabe salientar que a análise qualitativa considerou uma escala temporal de 29 anos, sendo registrados: recuo de margem, transposição de água para feições denominadas regionalmente de baías e furados, bem como mudanças em alguns trechos do antigo canal para novas calhas associado a evolução de ilhas fluviais e estabilização de barras junto a planície aluvial.

**Palavras-chave:** sazonalidade hidrodinâmica; processos-resposta; aporte de sedimentos.

### 1.Introdução

O conhecimento das unidades morfológicas e dos processos envolvidos em cada padrão de canal é de suma importância para o planejamento dos usos em as áreas ribeirinhas e do leito do canal. O uso agrícola e urbano das áreas marginais, a construção de edifícios, de pontes e de outras obras, a instalação de indústrias, uso das águas fluviais para navegação, os projetos de saneamento, todos devem levar em consideração os processos e a dinâmica observada nos diversos tipos de canais (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Dentre os padrões de canal, o meandrante se destaca por se tratar de um sistema fluvial extremamente dinâmico e, que, evolui em seus próprios depósitos, ou seja, com embasamento aluvionar. Sobre isso, Cândido (1971) destacou que, os meandros divagantes (ou livre, ou ainda de planície aluvial) bem mais comuns do que os encaixados são formados quando as sinuosidades marcadas pelo rio são independentes do traçado do seu vale. Por estarem num plano aberto e livre, os meandros divagantes, durante sua evolução, se deslocam constantemente pelas laterais e chegam a atingir toda extensão da planície aluvial.

A evolução dos canais sinuosos envolve a complexa interação da dinâmica de fluidos, transporte de sedimentos e erosão das margens. O fluxo principal converge para as margens côncavas, e divergem próximo as margens convexas devido aos fluxos secundários. Essa distribuição provoca a degradação das curvas côncavas com abatimento da margem, enquanto que, a deposição nas margens convexas as estabiliza (DUAN e JULIEN, 2010). Em outras palavras, os processos erosivos na margem côncava provocam o seu recuo e o acúmulo nas margens convexas contribuem para o seu avanço. Consequentemente, o canal evolui com laços sinuosos a partir da migração para jusante.

Nos rios de planície as mudanças na calha fluvial são frequentes, sendo registradas pela evolução de suas feições morfológicas. Fatores como declividade do terreno, litoeestrutura local, características do solo e variação fluviométrica, associados, a própria dinâmica no corredor fluvial são fundamentais, sobretudo em ambientes tropicais (ROCHA, 2009; BAYER e ZANCOPÉ, 2014). Por sua vez, os processos de erosão, transporte e deposição são essenciais para manter o equilíbrio fluvial (SOUZA, 2004; ROCHA, 2011).

Trabalhos relacionados aos processos morfológicos em ambientes fluviais do rio Paraguai têm sido desenvolvidos para compreensão de mudanças na dinâmica do canal principal e planície de inundação em termos de armazenagem e deposição de sedimentos (JUSTINIANO e SOUZA, 2010; BÜHLER e SOUZA, 2012; SILVA *et al.*, 2012; LEANDRO e SOUZA, 2012; LEANDRO *et al.*, 2012; LEANDRO *et al.*, 2014). Há também trabalhos que apontam mudanças nas descargas sólida e líquida, e em sua mobilidade (GRIZIO e SOUZA FILHO, 2010; GRIZIO *et al.*, 2011), bem como, na morfologia e padrão de canal (SILVA *et al.* 2008; ASSINE e SILVA, 2009). Diante do contexto apresentado, o presente estudo objetivou avaliar qualitativamente as principais mudanças temporais no corredor fluvial do rio Paraguai, região de Cáceres – Mato Grosso a partir de mapeamento por sobreposição.

## **2.Procedimentos metodológicos**

No perfil longitudinal do rio Paraguai foi adotado como área de estudo o segmento entre a Volta do Angical e a cidade de Cáceres – Mato Grosso com 67 km de extensão, sob as coordenadas geográficas 15°45'00'' e 16°15'00'' Latitude Sul e 57°15'00'' e 58°00'00'' Longitude Oeste. O *buffer* da área corresponde a um raio de 7 km a partir do canal principal e abrange as Unidades Geomorfológicas da Província Serrana e Planície do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres (Figura 1).

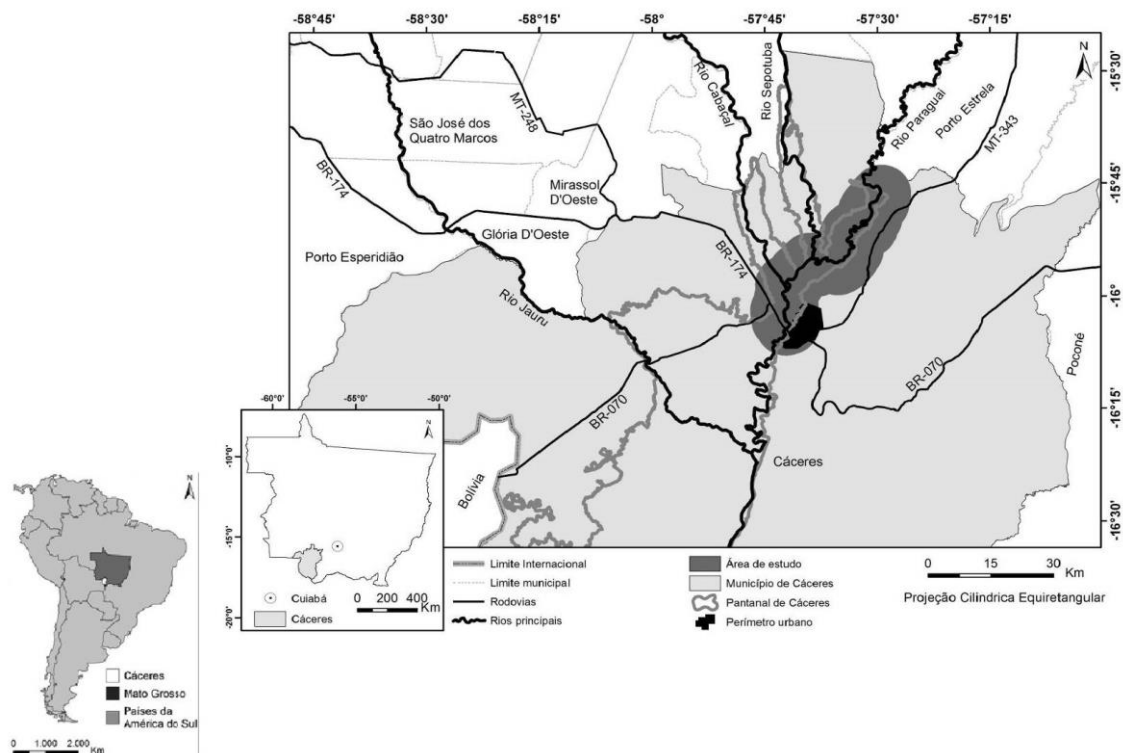


Figura 1. Localização da área no contexto do Pantanal Superior em Cáceres – Mato Grosso, Brasil.

Org.: Gustavo Roberto dos Santos Leandro (2014).

A área de estudo constitui um complexo sistema condicionado pela vasta planície sedimentar com topografia plana e cotas variando entre 90 a 95 metros. Com inundações periódicas, o sistema fluvial evolui sobre depósitos aluvionares da Formação Aluviões Atuais. Contudo, há o controle geológico/geomorfológico em trechos da Formação Raizama constituinte da Província Serrana (CAMARGO, 2011).

A Formação Raizama, no interior do Grupo Alto Paraguai (Figura 2), tem seus contatos inferior e superior concordantes e gradacionais, realizados respectivamente com os calcários da Formação Araras e com os folhelhos e siltitos da Formação Sepotuba, verificados na maioria das Serras da Província Serrana (BRASIL, 1982). Na parte superior da Formação Araras, são apresentados, em algumas partes, arenitos calcíferos dividindo-a da Formação Raizama (ROSESTOLATO FILHO, 2006).

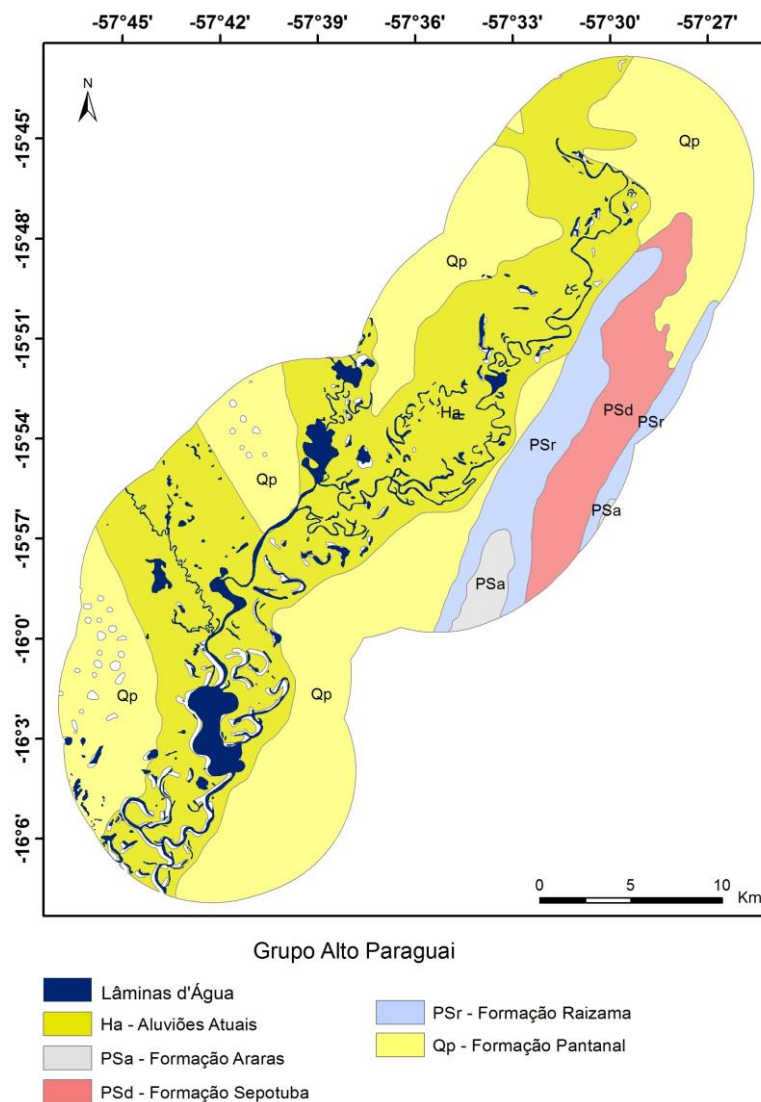


Figura 2. Unidades geológicas no corredor fluvial do rio Paraguai em Cáceres – Mato Grosso.

Fonte: Camargo (2011). Org.: Gustavo Roberto dos Santos Leandro (2014).

A migração do canal principal e a evolução de feições morfológicas no corredor fluvial (canal e planície de inundação) foram avaliadas a partir de dois diferentes anos (1984 e 2013), perfazendo um intervalo de tempo de 29 anos. A migração do canal foi analisada a partir da sobreposição dos vetores extraídos das imagens de sensores orbitais. Além dos vetores foram avaliadas as feições morfológicas produzidas pela migração do curso do rio, classificadas em negativas tais como baías, lagoas e furado a partir de etimologia regional adotada para o sistema fluvial do rio Paraguai, Pantanal (SOUZA, 2004; SOUZA *et al.*; 2009; SILVA *et al.* 2012; SOUZA *et al.*, 2014). Os elementos que constituem o corredor fluvial do rio Paraguai nos referidos anos, foram analisados e interpretados, bem como a avaliação da evolução e adaptação no sistema fluvial.

### 3. Resultados e discussão

O sistema fluvial é composto por dois importantes afluentes pela margem direita. Nos ambientes de confluência – rios Sepotuba e Cabaçal com o rio Paraguai – a drenagem possui hidrodinâmica que varia conforme os períodos de cheia e vazante. Como respostas aos processos desencadeados foram aferidas mudanças nos depósitos centrais com anexo a planície de inundação (Figura 3). Cabe salientar que, em cada período (cheia e vazante) ocorre a contribuição dos afluentes para o canal principal e vice-versa conforme destacado por Souza (2004) onde a autora identificou processo de refluxo do canal principal para os tributários.



**Figura 3.** Panorâmica dos depósitos em canal e planície de inundação no rio Paraguai, Cáceres – Mato Grosso.

**Foto:** Leandro (2014).

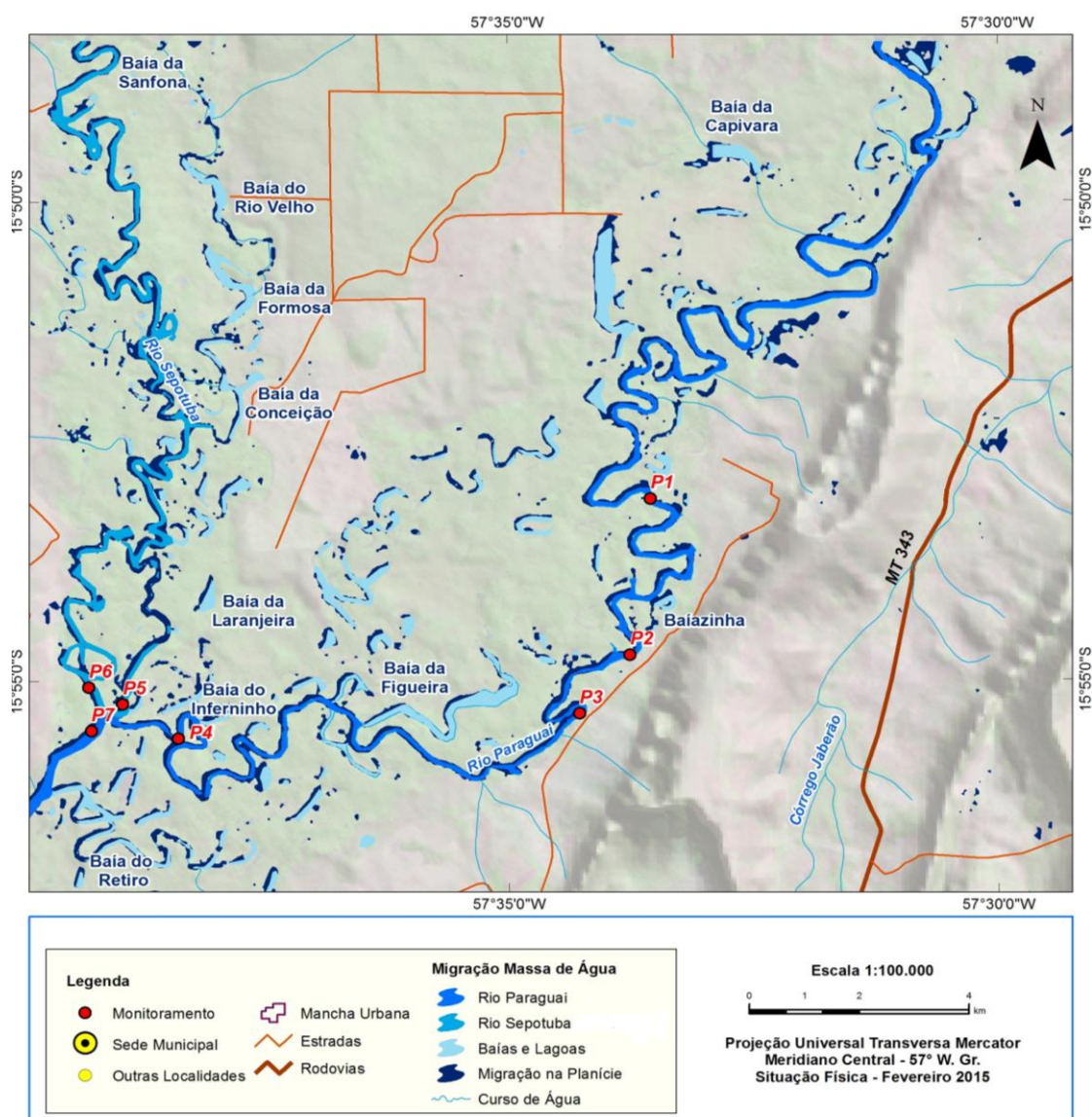
Mudanças expressivas ocorreram no canal principal com o recuo de margem, e ainda com a formação de extensos depósitos (Figuras 3 e 4). Os processos erosivos são intensos tanto em trechos retilíneos ou naqueles com morfologia côncava. No primeiro caso, a erosão marginal pode ser atribuída aos aspectos granulométricos das camadas inferiores e ao controle estrutural na margem oposta (SOUZA e CUNHA, 2007; LEANDRO, 2015). A granulometria é uma variável importante também no segundo caso. Contudo, o aumento na velocidade da água com a concentração do fluxo geram impactos da corrente ao longo do eixo côncavo (LEANDRO, 2015).

Grizio *et al.* (2011) ao avaliarem as mudanças no canal principal do rio Paraguai concluíram que as taxas de erosão foram superiores às de deposição com aumento de mobilidade lateral. Conforme os autores os processos de rompimento do meandro tornam o canal mais retilíneo com posterior reajuste no padrão meandrante. Na sobreposição realizada foi aferido recuo em morfologia côncava na margem a montante e na subsequente o que favorece o rompimento dos meandros conforme verificado em P4 (Figura 5). O surgimento de novas feições morfológicas em sua planície de inundação são registros desses processos.





**Figura 4.** Via rodoviária paralela ao rio Paraguai em sua margem côncava, Cáceres – Mato Grosso.  
**Foto:** Gustavo Roberto dos Santos Leandro (2014).



**Figura 5.** Mudanças no sistema fluvial com destaque para o rio Sepotuba, afluente da margem direita.

Fonte: Leandro (2015).

A atuação e a intensidade dos processos de erosão de margens são intrínsecas às condições locais impostas pela hidrodinâmica dos fluxos e pela estabilidade relativa dos depósitos constituintes das margens do canal (BAYER e ZANCONPÉ, 2014). Portanto, as deposições recentes nas margens de rios aluviais, predominantemente arenosas na base e de textura fina na planície conferem baixa estabilidade às mesmas. Outros fatores como a morfologia e altura do barranco, sobretudo em margem côncava também contribuem para os processos erosivos conforme verificado em estudo realizado por Souza e Cunha (2007).

Em contrapartida os depósitos de canal e planície são a resposta ao transporte da carga sólida. Quando o sistema entra em estado de colmatção e assoreamento há um reajuste nos processos. Os fatores que contribuem com os mecanismos deposicionais são: constituição dos sedimentos transportados, declividade no sistema fluvial, redução da vazão e, ainda, o aumento no aporte de sedimentos associado à ocupação/uso da terra (SILVA *et al.*, 2011).

Entre a Foz do rio Sepotuba e o perímetro urbano de Cáceres, no período entre 1984 e 2013, as principais mudanças no sistema fluvial foram à migração lateral em trechos retilíneos e em margens côncavas. A sobreposição espaço-temporal possibilitou a identificação de recuo marginal associado à composição e estrutura do barranco, bem como a sua morfologia conforme aferido *in loco*. No baixo curso dos afluentes as mudanças foram expressivas, sobretudo com o surgimento de baías e lagoas. Foi verificada ainda a existência de bifurcações do canal associado ao transbordamento para a planície de inundação no período de cheia. Cabe salientar ainda a conectividade sedimentológica e hidrodinâmica entre feições morfológicas e o canal principal (Figura 6).

A jusante da foz do rio Cabaçal e a margem esquerda, o sistema fluvial é constituído por um complexo de feições morfológicas denominadas regionalmente como “baías”. No período analisado, comprovado *in loco*, foi verificada a conectividade entre os canais anteriormente colmatados. Cabe salientar ainda o rompimento dos antigos depósitos com a estabilização de um novo canal denominado de “Furado da baía Comprida” conforme a Figura 6.

Estudos realizados por Silva *et al.* (2011) apresentam a evolução do canal principal do rio Paraguai em Cáceres Mato Grosso. Os autores identificaram erosão linear no perímetro urbano com recuo de margem e, rompimento de meandro a jusante associado à erosão em margem côncava. Silva *et al.* (2012) ao considerarem a evolução morfológica no corredor fluvial (5 a 7 Km de largura) verificaram que, houve o rompimento de meandro, bem como o abandono do antigo canal a partir da deposição de sedimentos em barras arenosas e em sua planície.

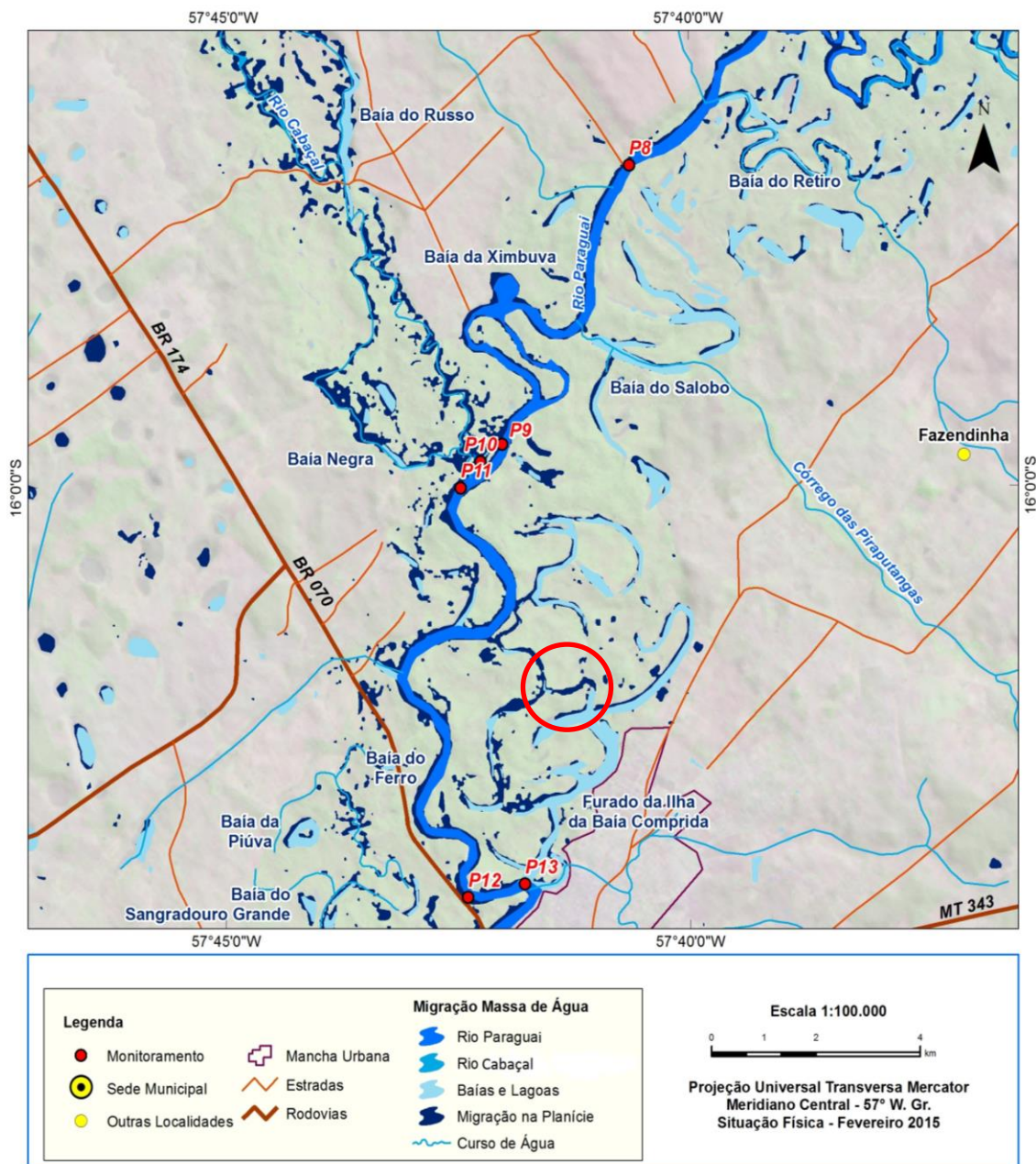


Figura 6. Principais mudanças no sistema fluvial com destaque para migração lateral entre P11 e P13.

Fonte: Leandro (2015).

O mapeamento com maior nível de detalhe permitiu a identificação e classificação das feições morfológicas negativas presentes no corredor fluvial. Os ambientes fluviais na planície aluvionar associado aos mecanismos de evolução tem relação direta com os aspectos de conectividade com o canal principal, o que pode ser aferido no período de cheia. As estruturas morfológicas secundárias têm sua manutenção condicionada pela transferência de fluxo e matéria, água e sedimentos, para canais secundários, abastecimento de baías, rompimento de meandro com o surgimento de Furados e novos canais.



#### 4. Considerações finais

No segmento estudado as mudanças fluviais, sobretudo, as relacionadas às seções transversais implicam em problemas à navegação. Adjunto as alterações morfológicas de fundo, se destaca a variação do talvegue em resposta à migração lateral do canal. A incisão e deposição em diferentes pontos das seções transversais exigem o monitoramento constante não só da amplitude fluviométrica, mas também das barras de sedimentos (laterais, centrais, e primordialmente as submersas) e variações hidrossedimentológicas. Como resultado da concentração de sólidos em suspensão foi verificado variação ao longo do perfil longitudinal e nos setores das seções monitoradas.

Sobre isso, ganhou destaque à migração lateral do canal no período de 29 anos com a evolução de feições morfológicas negativas no sistema canal-planície. Relacionado às feições positivas, foram identificadas alterações nos ambientes de confluência com a deposição de sedimentos, evolução de ilhas e posterior anexo à planície.

#### 5. Agradecimentos

Ao projeto Processo de sedimentação e qualidade da água no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Bugres e a Estação Ecológica da Ilha Taiamã – Mato Grosso, vinculado à sub-rede de pesquisa ASA de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense financiada pela REDE PRO-CENTRO-OESTE MCT/CNPq/FNDCT/FAPEMAT/MEC/CAPES n° 031/2010 (2010-2015) pelo apoio financeiro, que possibilitou os trabalhos de campo e laboratório dos quais decorrem este manuscrito.

#### 6. Referências

- ASSINE, M. L.; SILVA, A. (2009). Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. *Geomorphology*, v. 113, n. 3-4, p. 189–199.
- BAYER, M.; ZANCOPÉ, M. H. C. (2014). Ambientes sedimentares da planície aluvial do rio Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v.15, n. 2, p. 203-220.
- BRASIL. (1982). Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Levantamentos dos Recursos Naturais, Folha SD 21. Cuiabá, Rio de Janeiro: Secretaria Geral. 448 p.
- BÜHLER, B. F.; SOUZA, C. A. (2012). Aspectos sedimentares do rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres – MT. *Geociências*, Rio Claro, v. 31, n. 3, p. 339-349.
- CAMARGO, L. (Org.). (2011). *Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica*. Cuiabá – MT: Entrelinhas. 96 p.
- CÂNDIDO, A. J. (1971). Contribuição ao estudo dos meandramentos fluviais. *Notícia Geomorfológica*, v. 11, n. 22, p. 21-38.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1981). *Geomorfologia fluvial: o canal fluvial*. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- DUAN, J. D.; JULIEN, P. Y. (2010). Numerical simulation of meandering evolution. *Journal of Hydrology*, 391, p. 34-46.

- GRIZIO, E. V.; ASSINE, M. L. (2011). Mobilidade do canal no rio Paraguai Superior. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 71-80.
- GRIZIO, E. V.; SOUZA FILHO, E. E. (2010). As modificações do regime de descarga do rio Paraguai Superior. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 25-33. 2010.
- JUSTINIANO, L. A. A.; SOUZA, C. A. (2010). Evolução das margens e transporte de sedimentos no rio Paraguai entre a foz do rio Sepotuba e a foz do rio Cabaçal. In: SANTOS, J. E.; GALBIATI, C.; MOSCHINI, L. E. (Orgs.). *Gestão e Educação Ambiental: Água, Biodiversidade e Cultura*. vol. 3. São Carlos - SP: Rima Editora. p. 62-89.
- LEANDRO, G. R. S. (2015). *Dinâmica ambiental e hidrossedimentológica no rio Paraguai entre a Volta do Angical e a cidade de Cáceres – MT*. 145 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói - RJ.
- LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A. (2012). Pantanal de Cáceres: composição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. *Rev. Ambi.Água*. v. 7, n. 2, p. 263-276.
- LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; CHAVES, I. J. F. (2012). Aspectos sedimentares na baía Negra, corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal de Cáceres (MT). *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 13, n. 43, p. 204-216, 2012.
- LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; NASCIMENTO, F. R. (2014). Sedimentos de fundo e em suspensão no corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal Norte mato-grossense, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 195-214, 2014.
- ROCHA, P. C. (2009). Os processos geomórficos e o estado de equilíbrio fluvial no alto rio Paraná, centro sul do Brasil. *Geosul*, Florianópolis, v. 24, n. 48, p. 154-176.
- ROCHA, P. C. (2011). Sistemas rio-planície de inundação: geomorfologia e conectividade hidrodinâmica. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, v. 1, n. 33, p. 50-67.
- ROSESTOLATO FILHO, A. (2006). *Geomorfologia aplica ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso*. 2006. 107 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.
- SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E.; CUNHA, S. B. (2008). Padrões de canal do rio Paraguai na região de Cáceres (MT). *Revista Brasileira de Geociências*. v. 38, n. 1, p. 167-177.
- SILVA, E. S. F.; SOUZA, C. A.; LEANDRO, G. R. S.; ANDRADE, L. N. P. S.; GALBIATI, C. (2012). Evolução das feições morfológicas do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 435-442.
- SOUZA, C. A. (2004). *Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT*. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro.
- SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. (2007). Pantanal de Cáceres - MT: dinâmica das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taiamã-MT. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas*. v. 1. n. 5, p. 18-42.
- SOUZA, C. A.; LANI, J. L.; SOUSA, J. B. (2009). *Questões ambientais: Pantanal mato-grossense. Cáceres – MT*: Editora Unemat, 118 p.
- SOUZA, C. A.; LEANDRO, G. R. S.; SOUSA, J. B. (2014). Migração lateral do canal do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã – Mato Grosso. *Geographia*, Niterói, v.16, n. 31, p. 123-141.

## **HIDROMORFODINÂMICA EM AMBIENTES ALUVIAIS DO RIO PARAGUAI, REGIÃO DE CÁCERES – MATO GROSSO: PROCESSOS, FORMAS E EVOLUÇÃO MORFOLÓGICA**

J. L. Oliveira <sup>(a)</sup>, G.R.S.Leandro <sup>(2)</sup>, C.A.Souza <sup>(c)</sup>, L.N. P. S. Andrade <sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
jaksonleocadio@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso  
gustavogeociencias@hotmail.com.

<sup>(c)</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
celiaalvesgeo@globo.com

<sup>(d)</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso  
leilanalisis@hotmail.com.

### **Resumo**

Os ambientais aluviais são caracterizados pela sua dinâmica morfológica associada ao aporte de sedimentos que são (re) trabalhados. No rio Paraguai, região de Cáceres, Mato Grosso, como resultado dessa dinâmica é identificado diferentes feições morfológicas na planície de inundação. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou analisar o transporte de sedimentos, bem como a hidrodinâmica e as relações com a evolução local no sistema fluvial. Os resultados foram obtidos com dados de campo e laboratório com posterior sistematização e interpretação em gabinete. A composição granulométrica apresentou predomínio de fração arenosa a qual constituiu material para a deposição em barras. A estabilização dos depósitos e a hidrodinâmica corroboraram a transferência do fluxo com o surgimento de um novo canal denominado regionalmente de Furado. Como consequência, foi verificada principio de abandono do antigo canal da baía Comprida.

**Palavras-chave:** processos-resposta, sedimentos de fundo, evolução.

### **1. Introdução**

A dinâmica do rio está intimamente ligada a fatores externos (clima, geomorfologia regional, litologia, atividades econômicas e, impactos associados) e internos (erosão, transporte e deposição). As alterações nas condições dos sistemas fluviais podem ser analisadas em diversas escalas temporais. Mudanças na calha do canal e formação de bancos de sedimentos vêm sendo amplamente discutida em literaturas internacionais, nacionais e em trabalhos locais (SOUZA, 2004). Segundo Suguio e Bigarella (1990), a configuração do rio dentro de uma visão ampla é denominada como padrão de um canal fluvial. Contudo, os rios podem adquirir várias formas em busca de um ajuste, influenciado pela carga sedimentar transportada.

Como descreve Cunha (2010), a dinâmica dos processos de erosão, transporte e de deposição de sedimentos alternam no decorrer do tempo, mas são dependentes entre si. As relações destes processos influenciam nas características do canal e o transporte de sedimentos pode variar conforme a capacidade e competência da hidrodinâmica. O presente estudo teve como objetivo analisar a dinâmica dos processos de transporte de sedimentos associado à hidrodinâmica na

baía Comprida, feição morfológica do rio Paraguai em Cáceres, Mato Grosso. E, a resposta a sazonalidade do sistema fluvial em termos de deposição de sedimentos com a evolução de barras e surgimento de um novo canal denominado regionalmente de Furado.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no sistema fluvial da baía Comprida e do furado, feições morfológicas do rio Paraguai em Cáceres, Mato Grosso. Encontra-se entre as coordenadas geográficas: latitude 57°43'0''O e 57°40'30''O, longitude 16°1'0''S e 16°3'30''S (Figura 1). De acordo com Souza (2004), as baías constituem áreas deprimidas, contendo água, delineando formas circulares, semicirculares ou irregulares. As vazantes são áreas de depressão. Na época de enchente, essas depressões servem de escoadouro entre as baías e têm caráter de curso fluvial intermitente. Os braços correspondem a pequenos cursos, geralmente perenes, conectados ao rio principal. O furado consiste de pequenos canais encontrados, geralmente, em rios de planícies, surgem devido ao rompimento do colo do meandro, podendo evoluir para canal principal (Tabela 1).

Tabela 1. Identificações dos pontos coletados e siglas adotadas.

Identificação dos pontos coletados		Siglas adotadas
P1	Entrada da baía Comprida	B1
P2	Montante do furado	B2
P3	Jusante do furado	B3
P4	Saída da baía Comprida	B4
P5	Entrada do furado	F1
P6	Saída do Furado	F2

Org.: Jakson Leocádio de Oliveira (2015).

Segundo SOUZA (2004) as formas negativas são representadas por pequenas lagoas, baías, ou por antigos leitos de rios, braços e furados. Quanto às formas positivas do terreno, destacam-se os depósitos de barra em pontal, diques marginais e ilhas fluviais, que são registros da dinâmica atual dos rios. No período das cheias, ocorre a conexão entre lagoas, enquanto no período de estiagem as lagoas e as baías são independentes.

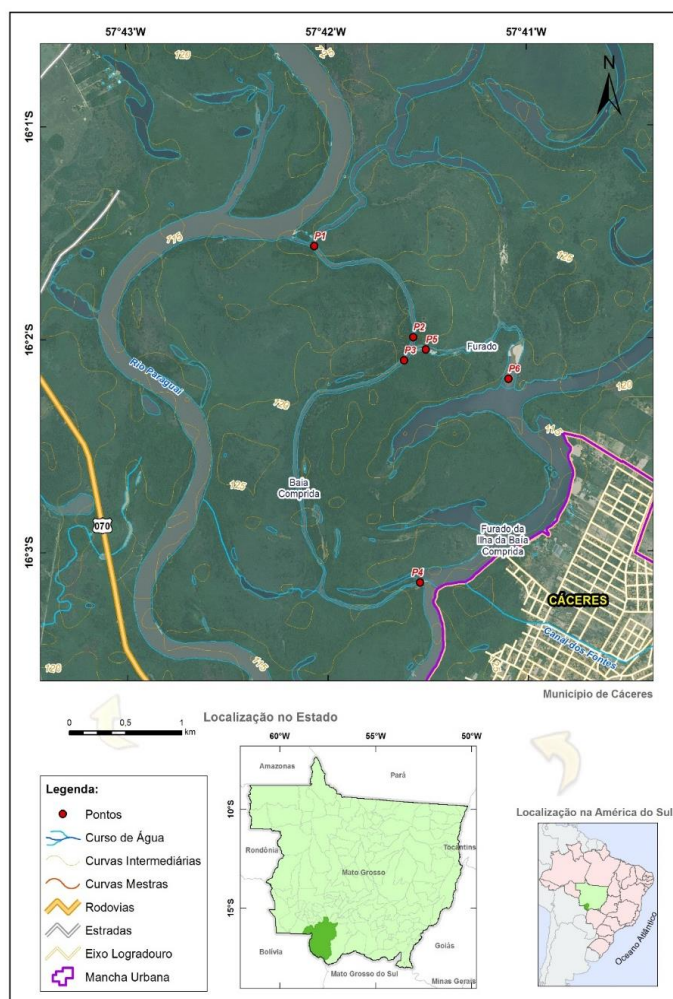


Figura 1. Localização da área de estudo um segmento do rio Paraguai e baía Comprida – Cáceres, Mato Grosso.

Org.: Jakson Leocádio de Oliveira (2015).

## 2.2. Procedimentos metodológicos

As pesquisas em Geomorfologia, como em qualquer outro ramo das ciências que estudam a Terra, percorrem três etapas: trabalho de gabinete ou escritório, trabalho de campo e laboratório (ROSS; FIERZ, 2009). Nesse sentido, a metodologia empregada consistiu em amostragens de campo, coletadas nos períodos de vazante em 2014, e de análise laboratorial.

### • Trabalho de Campo

Os sedimentos foram coletados considerando: material de fundo, suspenso e em depósitos de barras. Para tanto, foram utilizados o aparelho do tipo *Van Veen* e garrafas plásticas de 1 litro. Para a coleta de amostras nos bancos de sedimentos considerou-se o aspecto textural a partir da lâmina d'água, sendo acondicionadas em sacos plásticos de 1 kg e etiquetadas (LEANDRO *et al.*, 2014).



Carvalho (2008) salienta que para se estabelecer uma média da velocidade da correnteza de forma coerente, é necessário realizar medições da velocidade do fluxo em diferentes seções transversais ao canal e, em cada seção, medir em diferentes verticais (profundidades diferentes). Nesse sentido, *in loco* obtiveram-se dados referentes à largura/profundidade do canal com o auxílio de GPSmaps GARMIN 420s com ecobatímetro e referentes à velocidade com o molinete hidrométrico modelo CPD-10.

- **Ensaio de Laboratório**

Para determinação do percentual de areia, silte e argila nos sedimentos de fundo foi utilizado o método da pipeta, conforme EMBRAPA (1997). Para o fracionamento da areia em grossa, média e fina, foi utilizado o método de peneiramento (SUGUIO, 1973). As amostras suspensas foram condicionadas em béqueres (com peso conhecido). Logo foi levada a estufa para secagem e quando os sedimentos estiveram visualmente secos, moveu-se para o dissecador para posterior pesagem. A diferença de peso equivaleu a massa do sedimento em suspensão (LELI *et al.*, 2010).

- **Trabalho de Gabinete**

A pesquisa bibliográfica foi feita a partir do levantamento de referências teóricas já publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, dissertações, teses, artigos científicos, páginas de web sites. Essa etapa ocorreu preliminarmente às demais e também ao longo de todo o processo. Utilizou ainda tabulação e sistematização dos dados obtidos em campo e em gabinete com o auxílio do *software Excel 2010* (ROSS e FIERZ, 2009).

O mapeamento das feições morfológicas selecionadas (barras de sedimentos) foi realizado através de imagens extraídas do *software Google Earth 2014*, entre os anos 2006, 2010 e 2013, para completar esta análise com dados qualitativos. Em ambiente *software Corel Draw X7*. Foram identificadas as principais feições e observado se houve acréscimo ou decréscimo da área das mesmas (VILLAS BOAS e MARÇAL, 2013).

Os valores da área da seção molhada foram obtidos com a fórmula:  $A = L \times P$ . Onde: A = Área da seção; L = Largura do canal; P = Profundidade média. Para obter o cálculo da vazão foi utilizada a seguinte fórmula:  $Q = V \times A$ . Onde: Q = Vazão; V = Velocidade das águas; A = Área (CUNHA, 2009). Os valores de descarga sólida em suspensão ( $Q_{ss}$ ) foram determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sedimento suspenso da vertical ( $C_{ss_i}$ ), respectiva descarga líquida da vertical ( $Q_{l_i}$ ) e segundos totais em 24 horas (86400) na forma da expressão abaixo:

$$Q_{ss} = \sum (C_{ss_i} \cdot Q_{l_i}) \cdot 0,0864$$

Em que:  $Q_{ss}$  = descarga sólida em suspensão ( $t \text{ dia}^{-1}$ );  $C_{ssi}$  = concentração de sedimento em suspensão da vertical ( $mg \text{ l}^{-1}$ );  $Q_{li}$  = descarga líquida da respectiva vertical ( $m^3 \text{ s}^{-1}$ ) e  $0,0864 =$  total de segundos dia (CARVALHO, 2009).

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Variáveis hidrodinâmicas e sólidos em suspensão

O monitoramento das variáveis hidrodinâmicas em ambientes aluviais é complexo, tendo em vista a dispersão do fluxo de água pela planície de inundação no período de cheia. No entanto, no período de estiagem assume papel importante quando considerado o processo de deposição e morfologia no sistema. A Tabela 2 apresenta os dados obtidos sobre os sedimentos em suspensão e hidrodinâmica no sistema fluvial.

**Tabela 2.** Variáveis obtidas em diferentes ambientes do sistema da baía Comprida em Cáceres, Mato Grosso.

Local	Profundidade Média(m)		Largura (m)	Área da Seção ( $m^2$ )	Velocidade Média (m/s)		Vazão ( $m^3/s$ )	Descarga Sólida (t/dia)
*B1 Entrada da baía Comprida	1,79m	+	35,28	63,29	0,44	-	27,84	588,81
B2 Montante do Furado	1,30m	↓	26,28	34,16	0,64	+	34,33	726,07
B3 Jusante do Furado	0,60m		18,06	10,83	0,62	+	6,71	124,88
B4 Saída da baía Comprida	0,97m		12,29	11,92	0,49	-	5,84	103,75
*F1 Entrada do Furado	1,32m	↓	19,53	25,77	1,02	+	26,28	511,35
F2 Saída do Furado	0,98m		40,22	39,49	0,88	-	34,75	617,36

Aumento	↑
Redução	↓

**\*B1 – Baía e F1 – Furado.**

Fonte: Dados obtidos em trabalho de campo sistematizados em gabinete.

Org: Gustavo Roberto dos Santos Leandro (2015).

Na entrada da baía Comprida foi registrado vazão de  $27,84 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 3,70 m. A morfologia da seção transversal em B1 indica divisão do fluxo com a formação de dois talwegues associado a deposição. Em B2 foi registrada vazão de  $34,33 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 1,80 m. Na entrada do Furado (F1) foi registrado redução no volume de água. Contudo, o valor obtido foi superior ao de B3, jusante do Furado. O valor superior em

F1 quando comparado ao obtido em B3 pode ser explicado pela velocidade do fluxo concentrada em um canal com 19,53 m de largura (Tabela 2).

Na saída da Baía Comprida (B4) foi registrado vazão de  $5,84 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 1,40 m. O volume de água superior nas seções a montante quando comparado ao obtido em B4 pode ser explicado pela captura do fluxo pelo Furado com vazão de  $26,28 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  e profundidade máxima de 2,10 m. Em B3, o canal possui profundidade média de 0,60 m e velocidade média de  $0,62 \text{ m/s}^{-1}$ . A morfologia de fundo apresentou um talvegue com fluxo centralizado e a largura do canal foi de 18,06 m.

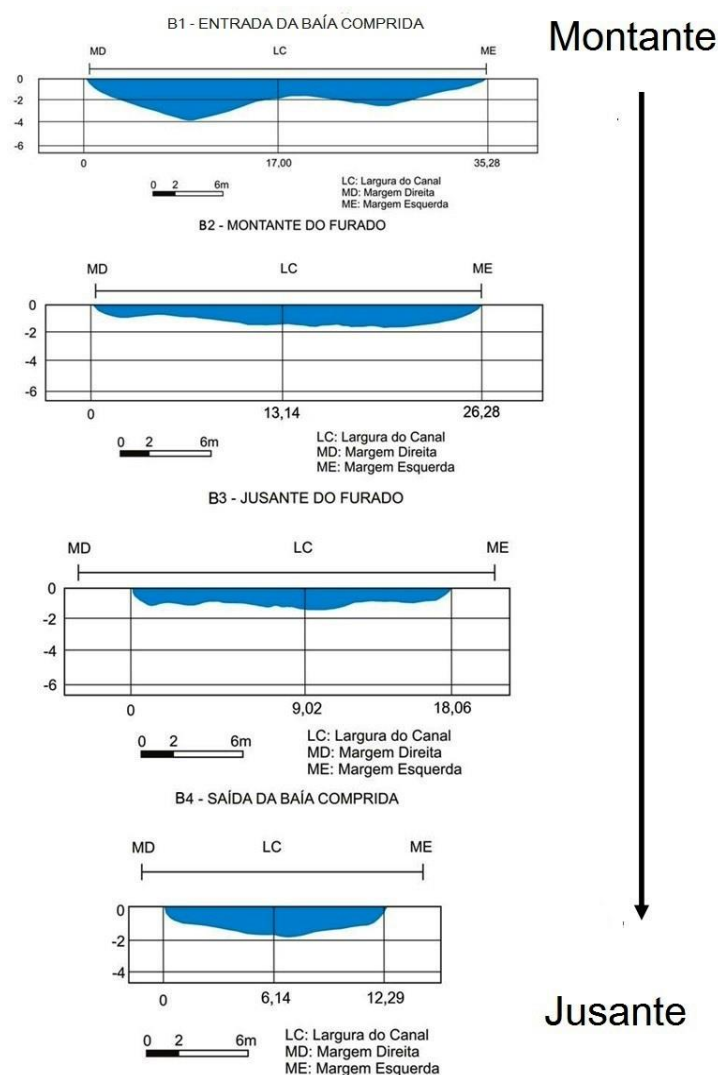


Figura 2. Morfologia do canal em seções transversais na baía Comprida.

Org.: Jakson Leocádio de Oliveira.

Na baía Comprida, da montante para jusante ocorreu à redução na largura do canal, bem como variações no talvegue. Em B1 houve a divisão do fluxo enquanto que nas demais seções a

morfologia do canal apresentou fluxo concentrado hora no centro do canal ou em uma das margens (Figura 2).

A jusante do Furado foi registrada vazão de  $6,71 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 0,80 m. Enquanto que, a Montante do Furado foi registrado volume de  $34,33 \text{ m}^3/\text{s}$  com profundidade máxima de 1,80 m (Tabela 2). O valor inferior em B3 quando comparado ao obtido em B2 pode ser explicado pela velocidade do fluxo concentrada em um canal com 18,06 m de largura e a profundidade. Em B2 o canal possui maior profundidade com variação de 0,90 m à 1,80 m e velocidade média de  $0,64 \text{ m/s}^{-1}$ . A morfologia de fundo apresentou profundidades bem distribuídas na calha do canal, com 0,43 m na margem esquerda, 0,53 m na margem direita e com 0,80 m no centro do canal. A largura do canal foi de 18,06 m, ou seja, com fluxo bem distribuído ao longo da seção transversal, portanto maior distribuição da energia (Figura 2).

Na saída da Baía Comprida foi registrada vazão de  $5,84 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 1,40 m. Enquanto que, na saída do Furado foi registrado vazão de  $34,75 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 1,40 m (Tabela 2). O valor superior em F2 quando comparado ao obtido em B4 pode ser explicado pela velocidade com  $1,02 \text{ m/s}^{-1}$  e transferência do fluxo concentrada em um canal com 40,22 m de largura. Em B4, o canal possui pouca profundidade que variou de 0,69 m à 1,40 m com velocidade média de  $0,49 \text{ m/s}^{-1}$ . A morfologia de fundo apresentou um talvegue acentuado no centro da seção transversal com largura de 12,29 m, ou seja, fluxo centralizado, portanto maior concentração de energia (Figura 2).

Na entrada do Furado foi registrada vazão de  $26,28 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 2,10 m. Na saída da Baía Comprida foi registrado vazão de  $5,84 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 1,40 m (Tabela 2). O valor superior em F1 quando comparado ao obtido em B4 pode ser explicado pela velocidade do fluxo concentrada em um canal com 19,53 m de largura. Em B4 o canal possui pouca profundidade que variou de 0,69 m à 1,40 m com velocidade média de  $0,49 \text{ m/s}^{-1}$ . A morfologia de fundo apresentou um talvegue acentuado no centro da seção transversal com largura de 19,52 m, ou seja, fluxo centralizado, portanto maior concentração de energia (Figura 2).

Na saída do Furado foi registrada vazão de  $34,75 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$  com profundidade máxima de 1,40 m enquanto que na saída da Baía Comprida foi registrado vazão de  $5,84 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ . O valor superior em F2 quando comparado ao obtido em B4 pode ser explicado pela velocidade do fluxo concentrado em um canal com 40,22 m de largura. Em B4 o canal possui pouca profundidade que variou de 0,69 m à 1,40 m com velocidade média de  $0,49 \text{ m/s}^{-1}$  (Tabela 2). A morfologia de fundo apresentou talvegue mais acentuado na margem direita e maior deposição na margem esquerda, portanto concentração de energia na MD (Figura 3).

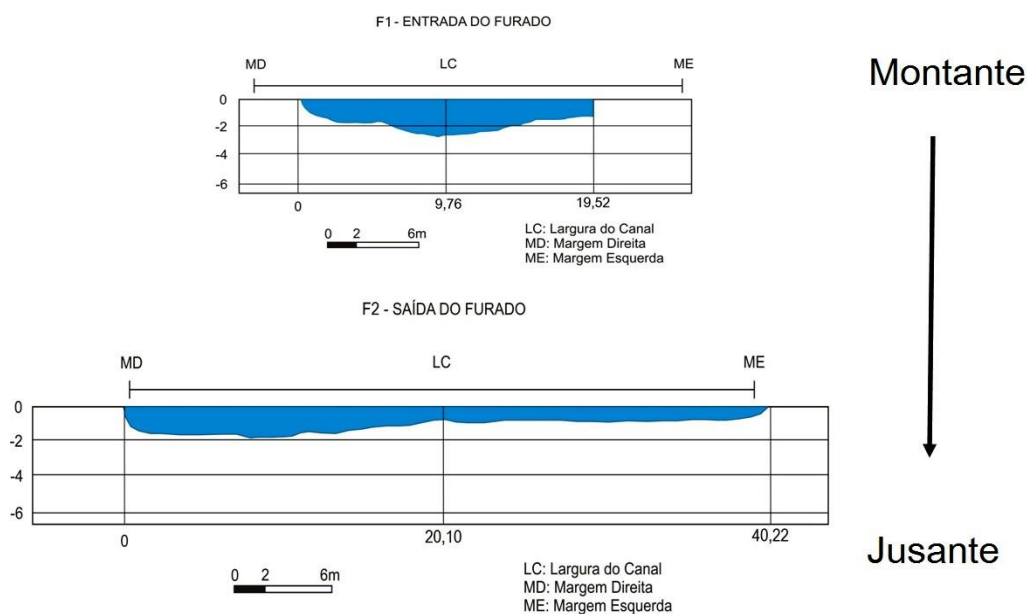


Figura 3. Morfologia do canal em seções transversais no Furado.

Org.: Jakson Leocádio de Oliveira.

Os valores dos sedimentos em suspensão apresentaram comportamentos diferenciados sendo identificados 3 cenários conforme os pontos de coleta (Figura 4). A concentração média (soma dos valores de todos os pontos dividido por igual) em suspensão foi de 228,33 mg/L.

Na entrada da Baía Comprida (B1) foi verificada concentração de 250 mg/L de sedimento em suspensão e a montante do furado foi identificado mesmo resultado. Em B3 o valor apresentou redução para 220 mg/L o que pode ser relacionado a transferência da energia do fluxo para F1 - Entrada do furado - onde foi verificado 230 mg/L de sedimento em suspensão. Em B4 – saída da baía Comprida houve redução no volume de material suspenso. Na entrada do Furado e em sua saída foi identificado 230 mg/L e 210 mg/L de sedimentos em suspensão, F1 e F2 respectivamente (Figura 4).

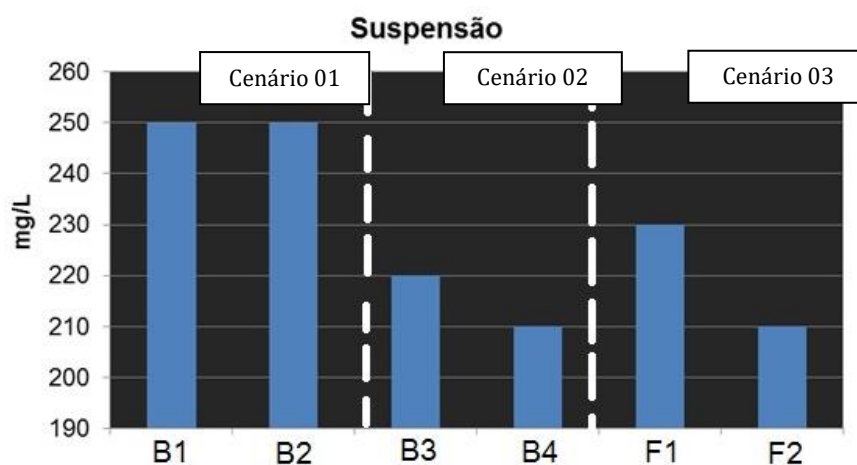


Figura 4. Variação na concentração em suspensão por seção avaliada.

Fonte: Dados de laboratório sistematizados em gabinete.

Dados obtidos por Leandro et al. (2014) demonstraram que na entrada e na saída da baía Comprida não houve variações na concentração de sedimentos suspensos. Os autores verificaram que o volume foi de 200 mg/L sendo registrado somente no período de cheia pois no período de estiagem ocorreu deposição em barras lateral e central no canal e o material antes suspenso foi depositado em lâminas.

Quando comparados aos resultados obtidos no presente estudo houve aumento na concentração com 250 mg/L na entrada (B1) e variação com redução quando comparado a B4 – saída onde a concentração foi de 210 mg/L. Mesmo ocorrendo redução de B1 para B4, em ambos a concentração foi superior as obtidas no estudo de Leandro et al. (2014). Essas variações podem ter relação com as mudanças na hidrodinâmica, aporte de sedimentos ou ainda com as mudanças em escala mensal tendo em vista que, os monitoramentos consideraram apenas os períodos.

### **3.2. Granulometria dos sedimentos de fundo**

Foi verificado que o trecho em que compreende a baía Comprida e o furado da mesma são áreas planas onde as margens estão sujeitas a inundação no período de cheia. Vale salientar que neste período o fluxo de água é muito mais volumoso e as transformações na morfologia do canal ocorre de forma mais acelerada se compararmos com o período de vazante. Segundo Leandro et al. (2014) a cada ciclo de cheia e estiagem os sedimentos podem ser acrescidos ou remobilizados para pontos à jusante a depender da capacidade do fluxo e do próprio padrão de canal. Cada ambiente reflete não só a ação fluvial, mas também a interferência condicionante exercida por outros fatores, como o climático, o geológico, o topográfico e antropogênicos com o uso da terra.

Na seção transversal de B1 os sedimentos de fundo são compostos predominantemente de areia média com 94,55%. De acordo com as análises de laboratório as demais frações em porcentagem são areia grossa (1,45%), areia fina (2,95%) e argila (0,06%). O silte não constituiu parte do material analisado (Figura 5). No ambiente fluvial denominado de Furado a carga de fundo é composta predominantemente por fração arenosa de textura média. Em F1 o material é constituído por 93% enquanto que, em F2 – Saída do canal o percentual foi de 92,55%. Cabe salientar ainda que, a areia grossa com 5,2% compôs o material na entrada com 0,45% de areia fina. Na saída houve redução da fração areia grossa com 3,8% e aumento de areia fina 3,05%. As frações mais finas de silte e argila constituíram menos de 2% da amostra total associado à concentração em suspensão.

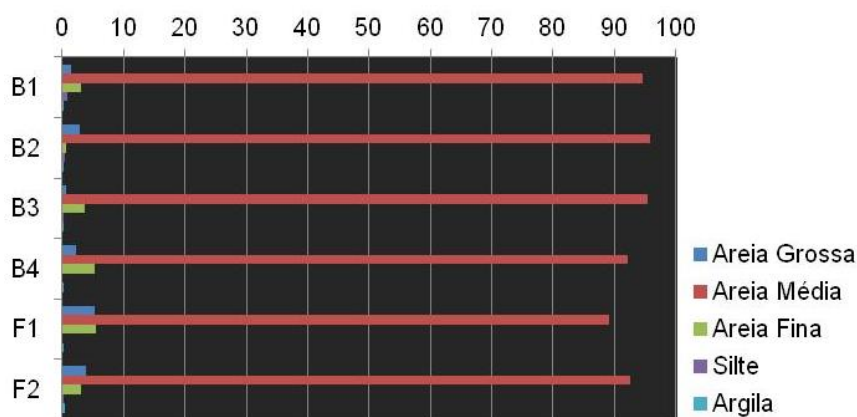


Figura 5. Composição granulométrica dos sedimentos de fundo.

Fonte: Dados de laboratório sistematizados em gabinete.

Nas demais seções transversais da baía Comprida os sedimentos são constituídos por materiais arenosos. Em B2 foi verificada granulometria de 2,85% de areia grossa, 95,80% de areia média e 2,95% de areia fina. Em B3 ocorreu 0,6% de areia grossa, 95,45% de areia média e 3,55% de areia fina. E em B4 foi identificada granulometria média com 92,2% seguido de 5,3% de areia fina e 2,5% de areia grossa (Figura 7). Em todas as seções avaliadas a fração areia média predominou, o que indica homogeneidade granulométrica e ainda a seleção das outras frações que podem constituir as camadas superiores de barras laterais conforme verificado por Leandro et al. (2014). As camadas desses depósitos indicam sucessivos processos de deposição com diminuição textural da base para o topo em acreção vertical (Figura 6).



Figura 6. Aspectos texturais de dique marginal em F1 – Entrada do Furado.

Foto: Gustavo Roberto dos Santos Leandro (2014).

### 3.3. Barras de sedimentos e evolução morfológica

A jusante da entrada do Furado, em B3, houve a deposição em banco de sedimentos na margem direita com 9 m de largura e 106 m de comprimentos, diante da análise em laboratório foi identificado 96,45% de areia fina o que indica a diminuição da capacidade e competência de transporte.

Na entrada do Furado – F1 - a deposição resultou em banco de sedimentos na margem esquerda com 14,80 m de largura e 23,44 m de extensão. A granulometria predominou em areia média com 93,45% mesma composição do material de fundo. Na margem direita em F1 MD (1) os sedimentos do depósito apresentaram 57,25% de areia média e na segunda barra de sedimentos com dimensões de 5 m de largura e 25,5 m de extensão, a granulometria predominou em areia fina com mais de 70% da amostra total. Verifica-se, portanto que a energia no ambiente de bifurcação foi maior em F1 quando comparado a B3 (Figura 7).

Em F2 a deposição de sedimentos resultou em uma sucessão de bancos de sedimentos na margem esquerda de grande extensão (Figura 8). A granulometria do material depositado predominou em fração arenosa. Na primeira amostra houve concentração de 53,4% de areia média e 43,75% de areia fina, contudo no segundo ponto F2 – ME (2) houve predomínio de fração areia fina com 80,1% seguido de 10% de areia média (Figura 7).

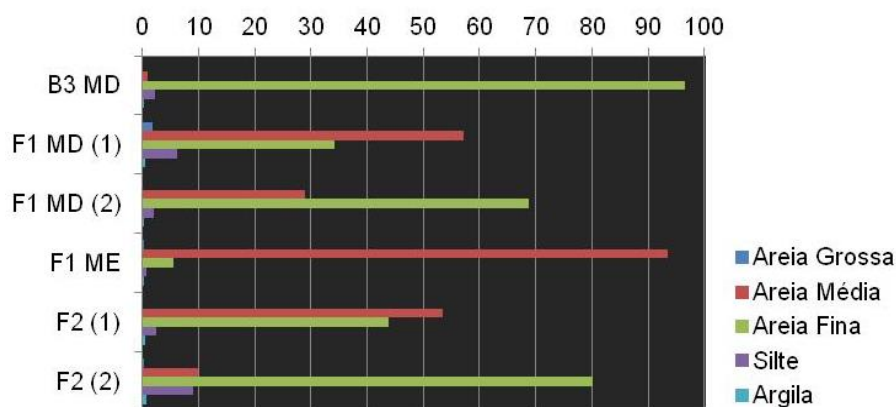


Figura 7. Distribuição granulométrica dos sedimentos depositados em barras laterais.

Fonte: Dados de laboratório sistematizados em gabinete.

Em F2 a deposição de sedimentos resultou em uma sucessão de bancos de sedimentos na margem esquerda de grande extensão (Figura 8). A granulometria do material depositado predominou em fração arenosa. Na primeira amostra houve concentração de 53,4% de areia média e 43,75% de areia fina, contudo, no segundo ponto F2 – ME (2) houve predomínio de fração areia fina com 80,1% seguido de 10% de areia média.



A morfologia do Furado em 2006 apresentou na entrada princípio de deposição em barra lateral, enquanto que na saída ocorre à conexão com a baía do Iate mesmo com a presença de deposição em barras submersas e barra central. Em 2010, a barra lateral identificada em 2006 evoluiu lateralmente sendo estabilizada com a formação de dique marginal. No ponto de saída do Furado ocorre a deposição em barras laterais em ambas as margens, bem como em barra submersa no centro do canal (Figura 8).

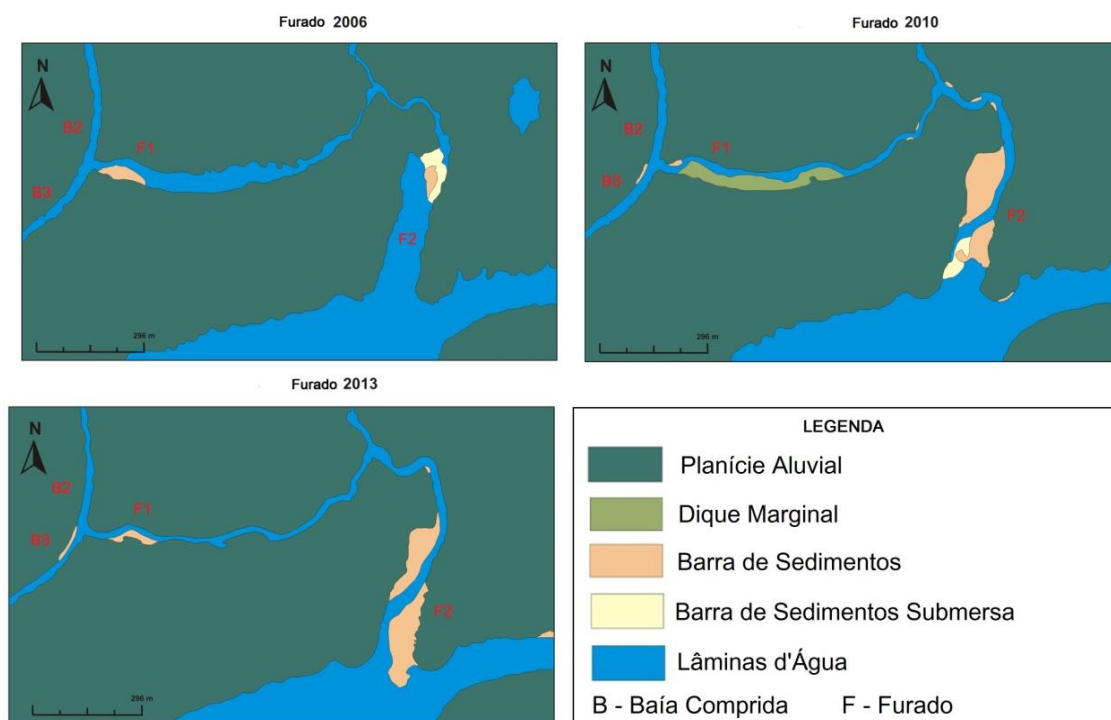


Figura 8. Evolução espaço-temporal dos depósitos de sedimentos no Furado.

Org.: Jakson Leocádio de Oliveira (2015).

No ano de 2013 o dique marginal é colonizado pela vegetação nativa sendo anexada a planície de inundação, o que é um indicador morfossedimentar de estabilização. Observa-se ainda uma nova deposição em barra lateral. No ponto de ligação com a baía do Iate em ambas as margens ocorreram o acúmulo de sedimentos em barra lateral com a migração da barra submersa. Em campo foi possível verificar a estabilização dos depósitos e a delineação do traçado do canal.

#### 4. Considerações finais

A troca de energia entre a baía Comprida e o Furado é evidenciada pelos parâmetros hidrodinâmicos; morfologia das seções transversais e; evolução mapeada em planta conforme a deposição de sedimentos em barras, sua migração e estabilização. Cabe salientar que, conforme os dados levantados, velocidade e vazão foram superiores no Furado no período investigado em

relação à baía Comprida. As informações aqui expostas indicam mudanças no sistema fluvial associado à deposição de sedimentos com a estabilização e migração dos depósitos, bem como o estabelecimento de uma nova drenagem com o abandono do trecho a jusante da entrada do novo canal.

### Agradecimentos

Ao projeto Processo de sedimentação e qualidade da água no corredor fluvial do rio Paraguai entre a foz do rio Bugres e a Estação Ecológica da Ilha Taiamã – Mato Grosso, vinculado à sub-rede de pesquisa ASA de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense financiada pela REDE PRO-CENTRO-OESTE MCT/CNPq/FNDCT/FAPEMAT/MEC/CAPES n° 031/2010 (2010-2015) pelo apoio financeiro, que possibilitou os trabalhos de campo e laboratório dos quais decorrem este manuscrito.

### Referências

- CARVALHO, T. M. (2008). Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 1, n. 1, p. 73-85.
- CARVALHO, T. M. (2009). Avaliação do transporte de carga sedimentar no médio rio Araguaia. *Geosul*. v. 24, n. 47, p. 147-160.
- CUNHA, S. B. (2009). *Geomorfologia fluvial*. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). *Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações*. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand. p. 157-189.
- CUNHA, S. B. (2010). Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand. p. 219- 237.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997). *Manual de métodos de análises de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 212 p.
- LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; NASCIMENTO, F. R. (2014). Sedimentos de fundo e em suspensão no corredor fluvial do rio Paraguai, Pantanal norte mato-grossense, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia. (Online)*. v. 34, n. 2, p. 195-214.
- LELI, I. T.; STEVAUX, J. C.; NÓBREGA, M. T. (2010). Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. *Boletim de Geografia*, v. 28, n. 1, p. 43-58.
- ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. (2009). Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos. p. 69-84.
- SOUZA, C. A. (2004). *Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT*. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia) Centro de Ciências Matemática e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SUGUIO, K. (1973). *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blücher. 307 p.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. (1990). *Ambientes fluviais*. 2 ed. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- VILLAS BOAS, G. H.; MARÇAL, M. S. (2013). Avaliação da sensibilidade do sistema fluvial no alto-médio vale do rio macaé (RJ). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.14, n.1, p. 93-102.



## MAPEAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS LINEARES UTILIZANDO CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM OBJETOS

D. P. Passo <sup>(a)</sup>, E. S. Bias <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geociências/Universidade de Brasília  
geodenilson@gmail.com  
edbias@gmail.com

### Resumo

A erosão linear do solo é um fenômeno natural que pode ser agravada pela ação do homem. Seu mapeamento é essencial para o monitoramento e recuperação de áreas degradadas. O uso de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução para mapeamento de áreas susceptíveis a este processo, podem ser usadas para contribuir com as estratégias de prevenção. Erosões lineares são processos que dependem de limiares controlados por uma grande variedade de variáveis, assim, optou-se por utilizar informações de variáveis topográficas, devido à influência destas sobre os processos de erosão linear e imagens de alta resolução RapidEye, objetivando o mapeamento automático de áreas susceptíveis a este tipo de processo erosivo. O mapeamento realizado com o modelo proposto, obteve índice de acerto de 87,5% para a área de validação, ou seja, 21 dos 24 processos erosivos lineares existentes foram identificados pelo modelo proposto.

**Palavras chave:** RapidEye, Segmentação, Erosão linear, Modelo Digital de Elevação.

### 1. Introdução

Um dos principais impactos ambientais oriundos de ocupações inadequadas nos espaços urbanos e rurais é o processo erosivo, que é o resultado da desagregação e arraste natural de partículas do solo, podendo ser acelerado pela ação antrópica. Observa-se esse processo, quando, por exemplo, remove-se a cobertura vegetal original, tornando o solo mais vulnerável, ou quando o solo passa a ser manejado sem as devidas técnicas conservacionistas, causando desequilíbrio nas relações solo, clima, relevo e vegetação, gerando instabilidade no sistema.

Os estudos em torno dos processos erosivos vêm sendo desenvolvidos há muitos anos por diversos pesquisadores, normalmente baseados em equações empíricas aplicadas a estudos de perda laminar de solo. De acordo com Lanza (2011), entre as diversas abordagens de análise está a elaboração da cartografia de áreas de risco, as observações de campo e atividades de experimentação, a incidência espacial de focos de feições erosivas e também a estimativa das taxas de perda de solos.

Uma lacuna existente nos estudos erosivos refere-se ao mapeamento automático dos processos de erosões lineares. O controle e monitoramento desses processos requerem medidas efetuadas *in situ*, causando, inevitavelmente, grande movimentação de pessoas e equipamentos nas bordas

e interior desses processos erosivos, agravando-os ainda mais, além do risco para os executores das atividades.

Uma alternativa para localização, caracterização e monitoramento dos processos erosivos é a utilização do sensoriamento remoto, baseada na classificação automática e com o uso de imagens de alta resolução espacial. Entretanto, entre as características dos processos erosivos lineares, que os diferem das demais classes estão: a heterogeneidade espectral (mistura de solos, vegetação e água), a complexidade do alvo, causada pela extensão e formas diversas (formato irregular, dimensões variadas, assimetria e relação largura/comprimento variável) e a variação altimétrica (de centímetros a metros, com declividade bastante acentuada nas bordas), surgindo a necessidade de abordagens que levem em conta todas essas características.

Dentre as alternativas de classificadores de imagens de alta resolução espacial, a metodologia de análise geográfica de imagens baseada em objeto GEOBIA (*Geographic Object-Based Image Analysis*) (HAY, CASTILLA, 2008) vem ganhando importância nos últimos anos. Ela surge como um avanço nos processos de classificação automática de imagens orbitais, possibilitando a modelagem do conhecimento humano referente às características específicas dos alvos, como brilho, textura, formato, contexto, tamanho, relações de vizinhança, entre outros, além da possibilidade de integração com algoritmos de mineração de dados, lógica *Fuzzy* e geometria de fractais, tendo como foco a classificação de segmentos, diferentemente dos classificadores tradicionais, que realizam a classificação pixel-a-pixel em uma ação isolada.

As informações extraídas a partir dessa abordagem representam importante suporte no planejamento e gestão ambiental e territorial, auxiliando os trabalhos de localização, distribuição e expansão dos processos erosivos lineares, além da possibilidade do monitoramento temporal de mudanças.

O objetivo deste trabalho foi utilizar classificação baseada em objetos em imagens de alta resolução e variáveis topográficas para mapeamento automático de áreas susceptíveis a erosão linear.

## **2. Material e Métodos**

A área de estudo está localizada no Distrito Federal, que é uma das 27 unidades federativas do Brasil situado na região centro-oeste, no planalto central, ocupando uma área de 5.814 km<sup>2</sup>, limitado pelas coordenadas 48°15'WG 47°20'WG, respectivamente, e entre os paralelos 15°30' S e 16°03' S (Lei no 2.871, 1956, Artigo 1º. CODEPLAN, 1971).

A aplicação da metodologia proposta foi efetuada em duas áreas-teste (Figura 1). Cada área-teste possui a dimensão de 6.000 x 4.500 metros, ou seja, 27.000 m<sup>2</sup>. Estas dimensões foram definidas levando em consideração as limitações do sistema classificador InterIMAGE, no que

tange ao processamento de grandes áreas, bem como a localização de um número considerável de ocorrências de processos erosivos a serem analisados.

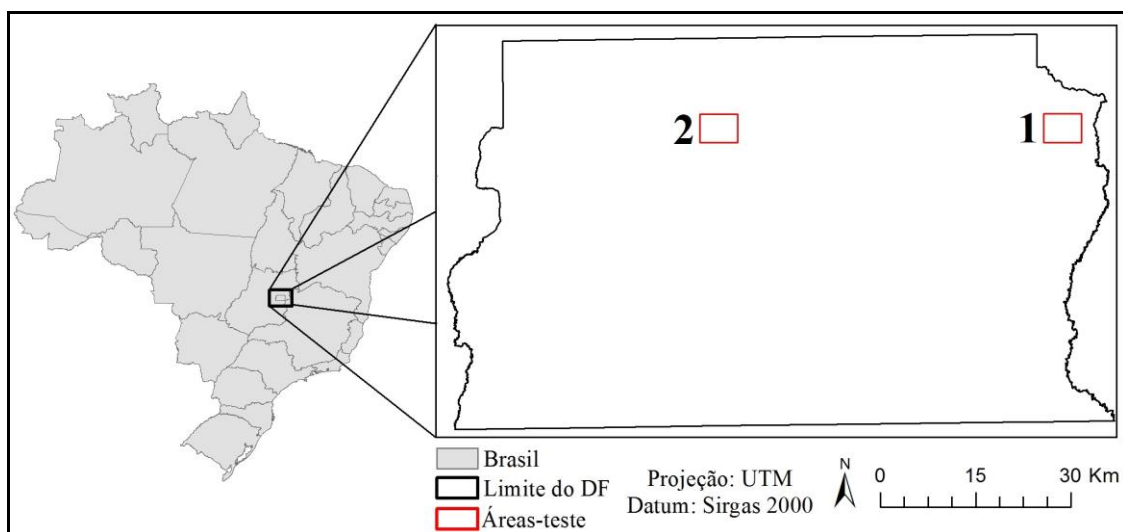


Figura 1 – Mapa de localização das áreas-teste de estudo

A área-teste 1 foi utilizada para seleção de amostras de treinamento para o minerador de dados, afim de construir a árvore de decisão levando em consideração a quantidade de acerto para mapeamento de ravinas e voçorocas. A área-teste 2 foi selecionada apenas para aplicação da árvore, em um ambiente sem a influência das amostras de treinamento.

Para execução deste trabalho foram utilizados os seguintes produtos:

- a) imagem RapidEye, resolução espacial de 5 m, com faixa espectral varia de 440 a 850 nm e resolução radiométrica de 12 bits;
- b) dados vetoriais: hidrografia, limite da área, curvas de nível e pontos cotados;
- c) MDT gerado a partir da interpolação das curvas de nível e pontos cotados; e
- d) dados gerados a partir do MDT: Altimetria, Declividade, Perfil da curvatura, Plano de curvatura, Aspecto, Fluxo de acumulação, Índice de umidade, Capacidade de transporte de sedimentos e Potência do escoamento.

Para a realização do trabalho foram utilizados os seguintes pacotes de *software*.

- a) ArcGIS v10.3 (ESRI, 2008);
- b) ENVI v5.3 (ITT, 2009);
- c) InterIMAGE v1.42 (COSTA *et al.* 2008; COSTA *et al.* 2010); e
- d) WEKA v3.7 (WITTEN & FRANK, 2005).

O método proposto para o presente trabalho iniciou com a seleção e aquisição da imagem de alta resolução, disponibilizada gratuitamente pelo MMA - Ministério do Meio Ambiente.

A construção do MDT – Modelo Digital do Terreno, foi realizado com base nos arquivos vetoriais (curvas de nível, pontos cotados e rede de drenagem) cedidos pela TERRACAP – Companhia Imobiliária de Brasília, referentes ao mapeamento cartográfico do Distrito Federal, escala 1:10.000, efetuado pela empresa TOPOCART em 2010.

Após a geração das variáveis, obtidas do MDT (Altimetria, Declividade, Perfil da curvatura, Plano de curvatura, Aspecto, Fluxo de acumulação, Índice de umidade, Capacidade de transporte de sedimentos e Potência do escoamento), as mesmas foram recortadas obedecendo os limites das áreas-testes e inseridas no sistema InterIMAGE, como bandas de uma única imagem, possibilitando o processo de segmentação que fragmentou a imagem de forma integrada, utilizando o segmentador TA\_Baatz\_Segmenter (BAATZ & SHÄPE 2000).

De posse dos segmentos, foram selecionadas amostras de treinamento para o minerador de dados. Oliveira (2011) realizou um mapeamento onde identificou e analisou fatores relacionados aos processos erosivos lineares no Distrito Federal, a partir da interpretação de ortofotocartas e imagens de satélite. As amostras de treinamento utilizadas no presente trabalho foram segmentos obtidos das áreas mapeadas por Oliveira (2011) objetivando realizar os teste e, conseqüentemente, a identificação dos processos erosivos por meio da metodologia proposta e desenvolvida no classificador baseado em objeto.

Após a inserção das imagens no InterIMAGE e a conversão de todas em uma única imagem, separando-as como bandas, o software permite a criação de uma tabela com colunas representando cada atributo calculado por imagem e linhas com os valores da média do atributo calculado de cada segmento da imagem. Estes dados são transferidos para o minerador de dados que analisa e seleciona os dados mais relevantes (bandas) que devem participar da modelagem.

O minerador de dados possibilitou a organização dos dados e a definição das regras de decisão, que foram criadas a partir do agrupamento de características específicas de cada segmento. Estas regras, foram formatadas e inseridas no software InterIMAGE, para o mapeamento e validação da árvore de decisão.

Para análise da qualidade foi realizada verificação da exatidão genérica (*non-site specific accuracy*), onde apenas a área total da categoria mapeada é avaliada, sem levar em conta a localização das mesmas. Em outras palavras, é uma comparação (razão) entre a área da categoria no mapa, gerada a partir da classificação, e os dados de referência (verdade de campo) (CONGALTON, GREEN, 1999).

### 3. Resultados e Discussão

O processo de segmentação precedeu à classificação. Os parâmetros de ajuste dos segmentos foram inseridos no operador TA\_Baatz\_Segmenter (BAATZ & SHÄPE 2000), que faz segmentação multi-resolução, recebendo valores para pesos relativos das imagens utilizadas como: compacidade, cor e escala. O parâmetro “peso” define a relevância de cada imagem para a classificação. Não foram calibrados pesos das imagens, desta forma, atribuiu-se para todas elas peso 1, dando-lhes a mesma relevância na classificação. O parâmetro “compacidade” representa a forma de agrupamento dos pixels de cada objeto, um maior valor significa objetos mais compactos, ou seja, mais agrupados, um menor valor representa objetos menos compactos, ou seja, mais espalhados. O parâmetro “cor” refere-se aos valores espectrais de cada objeto, já que é a soma ponderada dos desvios-padrão de cada imagem e o valor da “escala” define o tamanho de cada objeto.

Apesar de o processo de mineração de dados no sistema WEKA ser automático, é possível a intervenção do usuário para a configuração de parâmetros, a fim de melhorar o modelo gerado. Desta forma, alterou-se o parâmetro “MinNumObj”, que controla o tamanho e a complexidade da árvore gerada, optando-se por um mínimo de 4 segmentos por folha da árvore de decisão, o que significa que atributos que não classificaram pelo menos 4 segmentos foram descartados automaticamente do modelo.

Na construção da árvore (Quadro I) o algoritmo de mineração de dados J48 elegeu como mais relevantes para o mapeamento de áreas susceptíveis a processos erosivos lineares 8 atributos que constavam no InterIMAGE como bandas de uma mesma imagem: Altimetria, NDVI, Curvatura no perfil, Curvatura no plano, Índice topográfico de umidade, Índice capacidade de transporte de sedimentos, Proximidade com rede de drenagem e Aspecto.

Quadro I – Árvore na forma de texto gerada pelo algoritmo J48 no Weka.

NDVI <= 0.26	NDVI > -0.005
Altimetria <= 950.59	Prox. com rede de drenagem <= 55.20
Curvatura no perfil <= -0.095	Curvatura no plano > 0.223
Curvatura no perfil <= -0.204	Altimetria > 918.799
Curvatura no perfil > -0.204	Curvatura no perfil > 0.13
Altimetria > 894.85	Altimetria > 950.59
Curvatura no perfil > -0.095	NDVI <= 0.017
Prox. com rede de drenagem <= 245.81	Índice topográfico de umidade > 4.399
Altimetria <= 918.79	Prox. com rede de drenagem <= 16.126
NDVI <= -0.005	Capacidade de transporte de sedimentos > 2.023
Altimetria <= 887.048	Altimetria <= 1208.53
Altimetria > 887.048	Aspecto > 129.75
Curvatura no plano > 0.156	Altimetria > 992.37
Continua...	Altimetria > 1208.536



A variável altimetria tem sido utilizada como meio indireto de mensurar variações espaciais de temperatura e/ou precipitação, além de estimativas de distribuição espacial de variáveis climáticas, incluindo precipitações médias sazonal e anual, precipitação máxima diária, média mensal e temperatura (MOORE *et al.*, 1991). Isto justifica a escolha dessa variável, pelo minerador, pois de acordo com Pruski (2006), a chuva constitui o agente responsável pela energia necessária para a ocorrência da erosão hídrica, tanto pelo impacto direto das gotas sobre a superfície do solo quanto pela sua capacidade de produzir o escoamento superficial. Desta forma, pode-se utilizar a altimetria como meio indireto para mensuração da erosividade do solo.

A variável NDVI foi escolhida pelo minerador como primeiro critério de separação para áreas de susceptibilidade de processo erosivo linear, o que corrobora com Lima (2003), que afirma que a presença de vegetação é um parâmetro de significativa importância nos estudos de erosão, pois este é um fator que está relacionado à proteção direta do solo contra o impacto das gotas de chuva, assim como de impedimento à ação erosiva das águas de escoamento superficial.

A presença das variáveis Curvaturas no Perfil e no Plano é justificada pelo fato de as duas representarem uma caracterização das formas do terreno, às quais se associam propriedades hidrológicas, pedológicas e de transporte de sólidos, além de uma série de outros aspectos, indiretamente. A combinação das duas curvaturas é representada pela forma côncavo-convergente (máxima concentração e acúmulo do escoamento) e pela forma convexa-divergente (máxima dispersão do escoamento), conforme descrito por Araújo (2006).

Apesar de a variável Declividade ser definida como a inclinação das vertentes, fazendo com que os locais com declividade mais acentuada tenham maior intensidade de ocorrência de processos erosivos lineares, o minerador não a escolheu diretamente. Entretanto, indiretamente ela foi utilizada, por fazer parte dos cálculos para obtenção de outras variáveis consideradas, como por exemplo: Índice topográfico de umidade e Índice capacidade de transporte de sedimentos.

A variável Aspecto também foi considerada pelo minerador, revelando a importância do atributo para o mapeamento, tanto que é frequentemente utilizada como atributo local em investigações geológicas, podendo influenciar indiretamente os processos erosivos lineares, pois controla a exposição a diversas condições climáticas (tempo de exposição à luz solar, intensidade de precipitação, retenção de umidade etc.) e da cobertura vegetal (DAI *et al.*, 2001; ÇEVIK, TOPAL, 2003; PULICE *et al.*, 2009; CONFORTI *et al.*, 2010).

A variável correspondente ao Fluxo de acumulação, assim como a Declividade, teve seus valores utilizados para cálculos de variáveis escolhidas, como, por exemplo: Índice topográfico de umidade e Índice capacidade de transporte de sedimentos.

A escolha da variável Índice de umidade pelo minerador, pode ser justificada pelo fato de o índice estar relacionado com áreas saturadas e de geração de escoamento superficial.

A escolha variável Capacidade de transporte de sedimentos pelo minerador, pode ser justificada pelo fato de a variável ter efeito equivalente ao fator (LS), parâmetro utilizado na USLE – Universal Soil Loss Equation que considera o efeito da topografia sobre a erosão, essencial para quantificar a influência do escoamento superficial.

A variável que se refere à proximidade com rede de drenagem também foi escolhida, inferindo uma relação com os processos erosivos lineares, corroborando com Werlang (2004), que afirma que a relação existente entre as cabeceiras de drenagem e os processos erosivos lineares pode ser observada por meio da semelhança entre os conceitos de canais incisivos em cabeceiras de vale e os processos erosivos lineares. Os canais incisivos são os limites superiores de transporte de fluxos e de sedimentos. Processos erosivos lineares são canais incisivos naturais resultantes de desequilíbrios naturais ou antrópicos.

Para a área-teste 1 (Figura 2), de onde se extraiu as amostras de treinamento, a árvore de decisão obteve um valor de assertividade de 95,83% para o mapeamento em relação à quantidade de processos erosivos lineares encontrados, ou seja, encontrou 46 dos 48 processos erosivos lineares existentes.

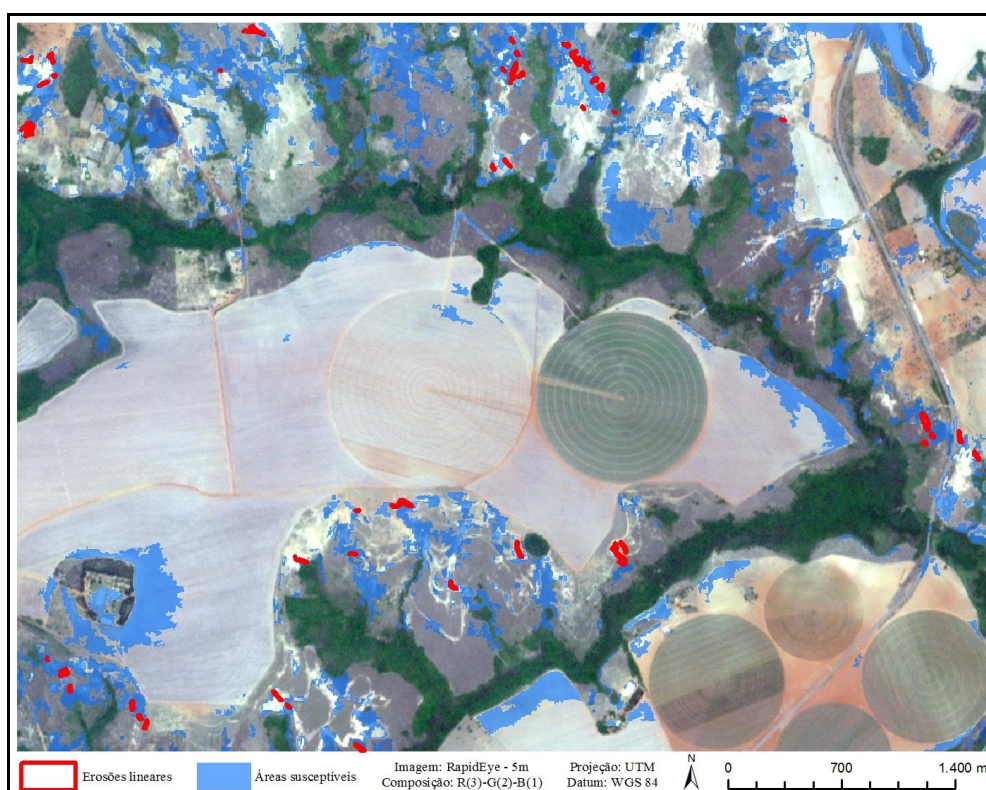


Figura 2 – Mapa de susceptibilidade a processos erosivos lineares da área-este 1.

Já a área-teste 2 funcionou como validação, sendo submetida à árvore de decisão definida pelas amostras de treinamento da área-teste 1. Essa área não contribuiu com amostras de treinamento para a construção do modelo no minerador de dados. A quantidade de acerto que o modelo

proporcionou nessa área-teste foi de 87,5%, ou seja, 21 de 24 processos erosivos lineares foram cobertos (Figura 3). Ao calcular a porcentagem da área mapeada em relação à total da área-teste, encontrou-se o valor de 17,5%, mostrando que a classificação não superestimou o mapeamento.

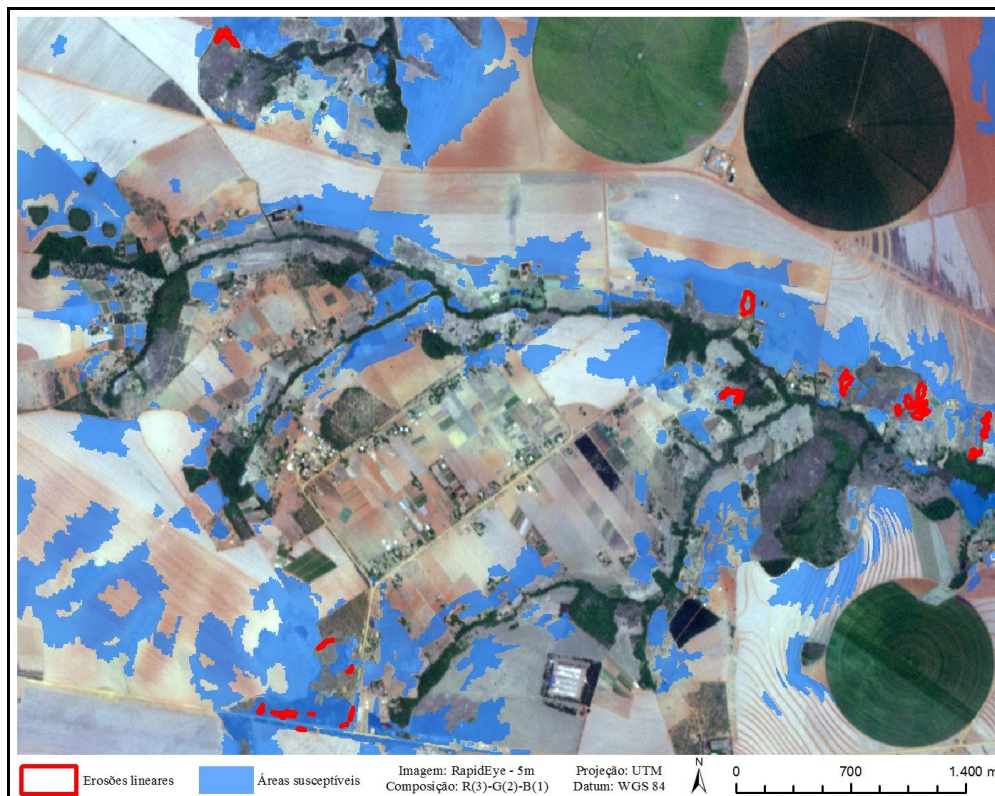


Figura 3 – Mapa de susceptibilidade a processos erosivos lineares da área-este 2.

#### 4. Considerações Finais

A associação de classificação baseada em objetos com mineração de dados mostrou-se muito eficiente para identificação de áreas com susceptibilidade a processos erosivos lineares. As áreas encontradas coincidiram com um significativo número de processos erosivos lineares existentes, gerando altos níveis de assertividade. Dessa forma, a delimitação de áreas de susceptibilidade a processos erosivos lineares, tomando-se por base atributos topográficos, pode ser vista como coerente e eficiente, representando uma forma útil para estudos desta natureza.

O estudo dos atributos topográficos demonstrou a forte relação entre os elementos físicos da paisagem e os processos hidrológicos e, consequentemente, os processos de erosão linear. Essa relação possibilitou a realização de agrupamentos de pixels por meio da metodologia utilizada, resultando em altos índices de assertividade. Diante destes índices de assertividade, recomenda-se a utilização da presente metodologia para localização de áreas de susceptibilidade a processos erosivos lineares.

## 5. Bibliografia

- ARAÚJO, E. P. (2006). Aplicação de dados SRTM à modelagem da erosão em microbacias por geoprocessamento. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- BAATZ, M.; SCHÄPE, A. (2000). Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: XII Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, AGIT Symposium. Proceedings... Karlsruhe, Alemanha: Herbert Wichmann Verlag, Salzburg - Áustria, p. 12-23.
- ÇEVIK, E.; TOPAL, T. (2003). GIS-based landslide susceptibility mapping for a problematic segment of the natural gas pipeline, Hendek (Turkey). *Environ Geol*, n. 44, p. 949-962.
- CODEPLAN. Companhia De Desenvolvimento Do Planalto Central. (1971). Diagnóstico do Espaço Natural do Distrito Federal. Brasília: Edição CODEPLAN.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. (1999). Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. New York: Lewis Publisher.
- COSTA, G. A. O. P. et al. (2008). INTERIMAGE: Uma Plataforma Cognitiva Open Source para a Interpretação Automática de Imagens Digitais. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 60, p. 331-337.
- COSTA, G. A. O. P. et al. (2010). Knowledge-Based Interpretation of Remote Sensing Data with the Interimage System: Major Characteristics and Recent Developments. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Geographic Object-Based Image Analysis - GEOBIA 2010. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVII. ITC, Enschede. 2010.
- DAI, F. C. et al. (2001). Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong. *Environ Geol*, n. 40, p. 381-391.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). (2015). ArcGIS Professional GIS for the desktop.
- HAY, G. J.; CASTILLA, G. (2008). Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline? In: BLASCHKE, T.; LANG, S.; HAY, G. J. (Eds.) Object-based image analysis spatial concepts for knowledge-driven remote sensing applications. Berlin: Springer, 75-89.
- ITT Visual Information Solutions. (2009). ENVI 4.7, version 4.7. Boulder, Colorado, EUA.
- LANZA, D. S. (2011). Diagnóstico da erosão laminar na alta e média bacia do rio Paraopeba. Dissertação de Mestrado em Geografia - Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.
- LIMA, E. R. V. (2003). Erosão do solo: fatores condicionantes e modelagem matemática. Cadernos do LOGEPA. Série pesquisa. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba.
- MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LADSON, A. R. (1991). Digital terrain modeling: A review of hydrological, geomorphological and biological applications. *Hydrological Processes*, v. 5, p. 3-30.
- OLIVEIRA, B. E. N. (2011) Mapeamento, identificação e análise dos fatores relacionados aos processos erosivos no Distrito Federal (DF) – Ênfase nas Voçorocas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Brasília: Universidade de Brasília.
- PRUSKI, F. F. (2006). Conservação do solo e da água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Viçosa: UFV, p. 131-171.
- PULICE, I. et al. (2009). Studio multidisciplinare di forme e processi denudazionali nell'area di Vrica (Calabria orientale). *Bollettino della Societa Geografica Italiana* 87(I-II), p. 399-414.
- WERLANG, M. K. (2004). Configuração da rede de drenagem e modelado do relevo: conformação da paisagem na zona de transição da bacia do Paraná na Depressão Central do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, Santa Maria-RS: Universidade Federal de Santa Maria.
- WITTEN, I.; FRANK, E. (2005). Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. 2. ed. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.



## **IDENTIFICAÇÃO DE UNIDADES DE RELEVO DE PEDRO DO ROSÁRIO - BAIXADA MARANHENSE A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DO SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM)**

P. R. M. Pereira<sup>(a)</sup>, M. A. N. Torres<sup>(b)</sup>, F. W. D. Costa<sup>(c)</sup>, M.M.D.Passos<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup>Mestrando em Geografia – UNESP PP/ NEPA/UFMA  
p.roberto18@hotmail.com

<sup>(b)</sup>Graduando em Geografia/ NEPA/UFMA  
marcogeo@gmail.com

<sup>(c)</sup>Doutorando em Geografia-UNESP PP/NEPA/LIDA/GADIS  
wendeldis@ibest.com.br

<sup>(d)</sup>Departamento de Geografia/PPGG/UNESP-PP  
mmpassos86@gmail.com

### **Resumo**

O objetivo maior deste artigo é caracterizar as principais feições geomorfológicas do município de Pedro do Rosário-Maranhão a partir do processamento e análise de imagens Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), resolução espacial de 90m, aplicando os procedimentos metodológicos propostos pela EMBRAPA (2013). Observou-se a predominância de um relevo aplainado com colinas de baixa altitude e morros testemunhos com alturas entre 80 e 122m, além de planícies que de acordo com a literatura são antigos terraços fluviais dos rios Pericumã e Turiaçu,. Apresenta ainda superfícies aplainadas com intercalações de colinas suaves onduladas e morros testemunhos.

**Palavras-chave:** SRTM; mapeamento geomorfológico; Pedro do Rosário; Maranhão

### **1. Introdução**

A Baixada Maranhense é uma região natural integrada por um conjunto de rios, lagos e planícies fluviais inundáveis com extensão territorial de 1.775.035,9 hectares, formando a maior bacia lacustre da região Nordeste. Tendo em vista esta características o Estado do Maranhão, através do Decreto de n. 11.900 de junho de 1991, criou a Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, integrando três sub-bacias hidrográficas: Baixo Pindaré, Baixo Mearim-Grajaú e Estuário do Mearim - Pindaré - Baía de São Marcos incluindo a Ilha dos Caranguejos. Porém, a APA não abrangeu toda extensão da Baixada Maranhense, excluindo setores fundamentais, como importantes pontos de recarga hídrica, e cuja ocupação e exploração sem o devido planejamento podem afetar o equilíbrio ambiental local, onde se pode destacar o município de Pedro do Rosário.

O município apresenta como característica a presença de um relevo suavemente ondulado que o difere dos outros municípios que integram região da Baixada Maranhense, possuindo também em seus limites alguns dos principais divisores de água que mantém os mananciais da APA,



com destaque para o rio Pericumã e Lago Formoso, mas apresenta apenas 0,5% inserido na APA, justificado pela sua emancipação em 1996 do município de Pinheiro.

Cabe ainda destacar, que este município assim como a Baixada Maranhense teve seu processo de ocupação associado a processos econômicos e ao avanço da fronteira agrícola com destaque para a década de 1970, onde observou-se tentativas de implantação de projetos de ocupação da Amazônia Maranhense (Projeto de Colonização do Nordeste -COLONE), construção da BR 316 e MA 202 que intensificara a ocupação das áreas a ao centro e sul do município onde se localizam principalmente as nascentes dos supracitados rios, e que tinham como objetivo além da ocupação da região do rio Turiaçu.

Tais eventos provocaram o aumento da exploração com manejo inadequado e ambiente da referida área, que passou por modificações significativas associadas às formas de uso dos recursos naturais, com destaque para as praticas socioeconômicas: agricultura de subsistência como principal atividade, plantação de forrageiras destinadas para a alimentação de animais e para a lavoura temporária e a formação de áreas de pastagens e extração de madeira lenhosa para a comercialização, fator que vem alterando a dinâmica natural da área, e atualmente tem impactadotoda a Baixada Maranhense.

## 2. Procedimentos metodológicos

A elaboração do mapeamento geomorfológico teve como base os procedimentos propostos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária(2013).Sendo adaptada de acordo com os objetivos e particularidades da área de estudo. Foram realizados os processamentos descritos em Oliveira (1984) e Florenzano (2008), seguindo as seguintes etapas:

- ✓ Levantamento bibliográfico referente às características ambientais da área, sendo baseado em estudos da CPRM (2006), IBGE (2016;2013), Radam Brasil (1990;1994;1995) e EMBRAPA (2006; 2013);
- ✓ Levantamento do meio físico das Cartas SA 23 y b II e II, além das informações do relatório diagnóstico do Macro Zoneamento Ambiental do Maranhão;
- ✓ Imagens de radar: Shuttle Radar TopographyMission (SRTM) resolução espacial de 90m, compartimentadas na escala de 1:250.000 (EMBRAPA, 2013);
- ✓ Arquivos em formato vetorial referente a caracterização geológica, geomorfológica e pedológica (IBGE, 2009);
- ✓ Software Saga Gis e Software Qgis 2.8.
- ✓ Para a caracterização geomorfológicas do município de Pedro do Rosário – Maranhão, foi utilizado processamento digital de imagens de radar Shuttle Radar

TopographyMission (SRTM) com um arco de segundo, que representa resolução de 30m (USGS, 2013).

Para a composição do modelo digital de elevação e extração das informações morfométricas foram realizados os seguintes procedimentos:

- ✓ Correção dos valores nulos das imagens *SRTM* e remoção de depressões e topos inexistentes; para esta etapa foi utilizado o software Saga Gispor meio da função “fill-sinks”, que considera as altitudes dos “pixels” vizinhos para preencher os “sinks”, promovendo, assim, a geração do mapa de MNT com consistência melhor, tendo parâmetro a distância euclidiana dos pixels ao redor do “skins”;
- ✓ Transformação para valores de pontos altimétricos, e extração dos valores “nodata”
- ✓ Geração de um modelo numérico de terreno por meio de estatística espacial, a partir do modelo de 15 metros. Esta etapa foi realizada no software Saga Gis, a partir da ferramenta *Grid Spline Interpolation - TIN*
- ✓ Extração de curvas de nível: mestras com equidistância de 15 metros e curvas intermediárias com equidistância de 5 metros.
- ✓ A extração das informações referentes a drenagem foi realizada a partir do software TerraHidro, tendo como base uma função de fluxo direcional D8, e identificação de 8 direções de fluxo (FERRERO, 2004);
- ✓ Extração das informações paramétricas e caracterização das unidades geomorfológicas. Esta etapa considerou como parâmetros a variação altimétrica e a declividade;
- ✓ Álgebra de mapas para cruzamento dos dados de altimetria com a declividade para caracterização das unidades geomorfológicas. Esta etapa foi realizada no software Qgis 2,8 da função interseção;
- ✓ Atividade de campo realizada entre os dias 18 a 22 de janeiro de 2016, com objetivo de levantamento fotográfico e coleta de pontos GNSS, voltado à validação dos dados.

## **2.1. Localização, caracterização do município de Pedro do Rosário**

O município de Pedro do Rosário (Figura 1) está localizado no estado do Maranhão, apresenta extensão territorial de 1.750 km<sup>2</sup>, faz parte da mesorregião Norte Maranhense e microrregião da Baixada Maranhense.



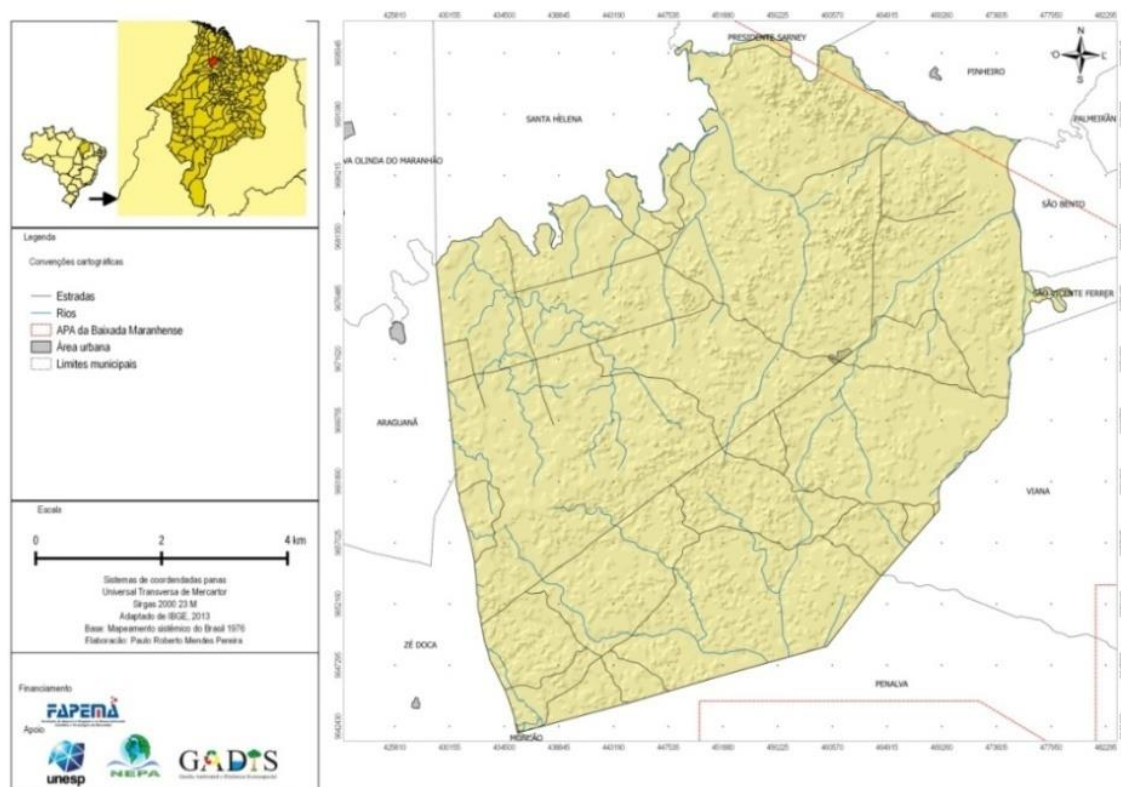


Figura 01 - localização da área de estudo

Fonte: Adaptado de IBGE, 2013.

Limita-se com os seguintes municípios: ao Norte com Presidente Sarney e Pinheiro; a Oeste com Santa Helena, Nova Olinda do Maranhão, Araguaína e Zé Doca; ao Sul com Penalva e Zé Doca; e a Leste com Viana, São Bento e Itapecuru, possuindo os seguintes pontos extremos: Norte -  $02^{\circ}44'15''$  e  $-45^{\circ}24'08''$ ; Oeste:  $45^{\circ}38'15''$  e  $-02^{\circ}54'08''$ ; Sul -  $03^{\circ}14'19''$  e  $-45^{\circ}34'44''$  e Leste -  $45^{\circ}11'00$  e  $-02^{\circ}55'27''$  (IMESC, 2013 p.124).

Inserido na bacia sedimentar de São Luís o município tem 88% de seu embasamento geológico caracterizado pela formação Itapecuru, de idade cretácea com presença de sedimentos inconsolidados, e tipicamente frágeis. Os outros 12% correspondem a formações holocênicas com destaque para os depósitos fluviais e fluviomarinhas. (IBGE, 2006). O clima da área apresenta elevadas temperaturas entre 26 e 30°C, umidade entre 85 e 90%, proporcionando-lhe alta pluviosidade (1500mm anuais) com ocorrência de dois períodos: um chuvoso nos meses de janeiro a junho e outro de estiagem de agosto a novembro (MARANHÃO, 2002).

Quanto aos solos destacam-se os plintossolos argiluvicos distróficos em 73.13% da área, constituídos por material mineral apresentando horizonte plântico, litoplântico ou concrecionário. Os argissolos vermelho amarelo distróficos plânticos e típicos, representam 21,99% da área, considerados de baixa fertilidade e encontrados na porção central e a sudoeste

do município. Os gleissolos, representam 4.92%, sendo localizados nos setores alagados periodicamente, tendo constituição argilosae arenosa.

A vegetação apresenta as características da porção noroeste do Maranhão, em associação com parâmetros geomorfológicos e os dos solos, destacam-se o predomínio originalmente das formações florestais de porte arbóreo próprias do domínio amazônico com grande incidência de floresta mista com palmáceas e vegetação de campos, além de enclaves de cerrados nas zonas tabulares. (AB' SABER 1977; FEITOSA 1996; EL ROBRINE *et al* 2008).

### 3. Resultados e discussões

#### 3.1. Características hipsométricas

A área apresentou variação topográfica de 120m de altitude, tendo as menores cotas com 2 metros e as maiores 122 metros (Figura 2). Ao se traçar o perfil transversal e longitudinal, destacam-se a ocorrência de pontos significativos de elevação em setores norte e noroeste, e na porção central, com presença de vertentes declivosas e um conjunto de vales encaixados pela força de pequenos cursos intermitentes onde se destacam os lagos e os rios. Braço, Formoso e Rio Capim e Bambural formadores do Pericumã.

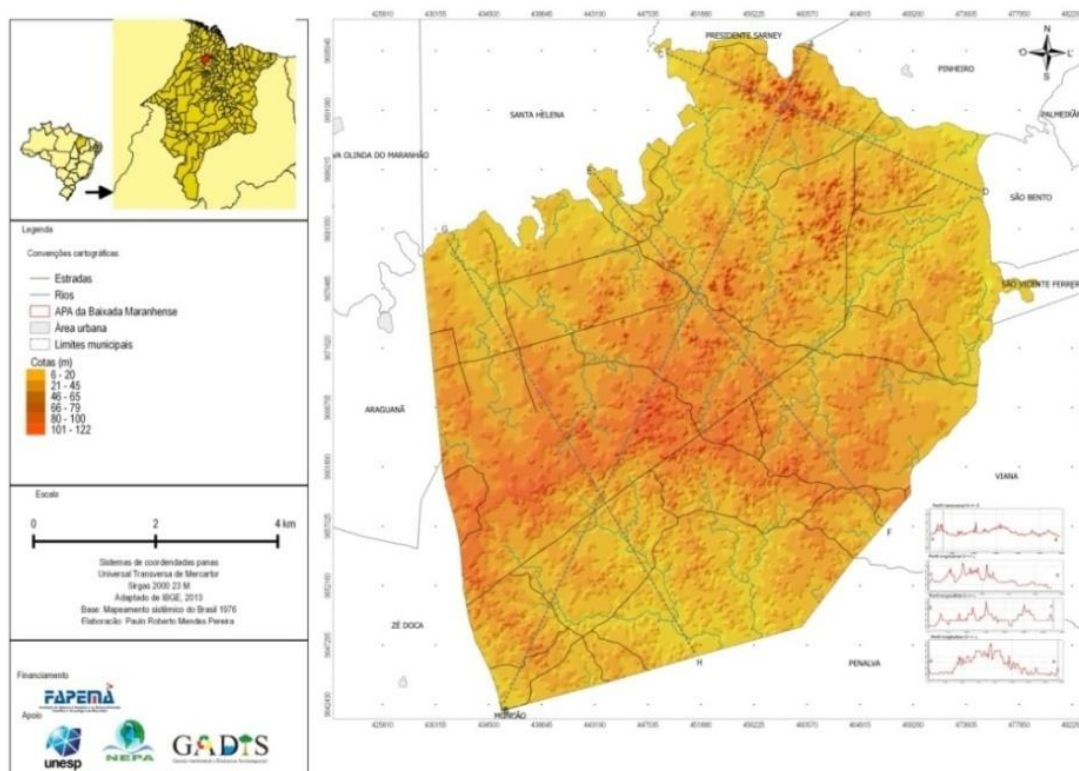


Figura 02 - Hipsometria do município de Pedro do Rosário - MA

Fonte: Adaptado de Embrapa (2006)

As menores altitudes entre 6 a 20 metros representam 10% do território do município, destacando-se as planícies fluviais e lacustres dos rios Bambural, do Braço, Novo e Pericumã, margem direita do rio Turiaçu e planície alagada do formoso. Já as áreas com variação altimétrica entre 21 e 45, apresentam área de 1097 km<sup>2</sup>, e representam 62% do município, com a presença de pequenas colinas e padrões de superfícies tabulares planos a suave ondulados .

A terceira classe altimétrica na área apresentou cotas de 45 a 80 metros, área 438 km<sup>2</sup> e percentual de 25%. compostas por um conjunto de colinas que formam um cinturão altimétrico que formam principais divisores de água que drenam para os rios Pericumã e Lagos. É importante destacar que as maiores altitudes entre 80 e 122 metros representaram apenas 0.5% da área total do município, com destaque para as áreas a norte do município e pequenos setores pontuais que são conhecidos na região como "outeiros".

### 3.2. Características da declividade

Como critério de classificação da clinografia do município (Figura 03) usou-se os parâmetros propostos pela Embrapa (2009) que divide as classes de declividade nos seguintes parâmetros (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização clinográfica do relevo

Classes (%)	Relevo
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte Ondulado
45 - 75	Montanhoso
> 75	Forte montanhoso

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 1979.

No município predomina um relevo plano, com 1121.48 km<sup>2</sup> de área e representa 65% do limite territorial de Pedro do Rosário. Os setores com características suaves onduladas apresentaram área de aproximadamente 500 km<sup>2</sup>, representando 29% do município, sendo composta principalmente por superfícies de topos tubuliformes e pequenas superfícies colinosas. As áreas com características onduladas representam 82 km<sup>2</sup> (4,83%), já as áreas que apresentaram características de um relevo forte ondulado representaram apenas 1% da área territorial. É importante destacar que no município as áreas com inclinações superiores a 12%, ocorrem o predomínio das principais nascentes dos cursos d'água com destaque ao setor norte e oeste do município.

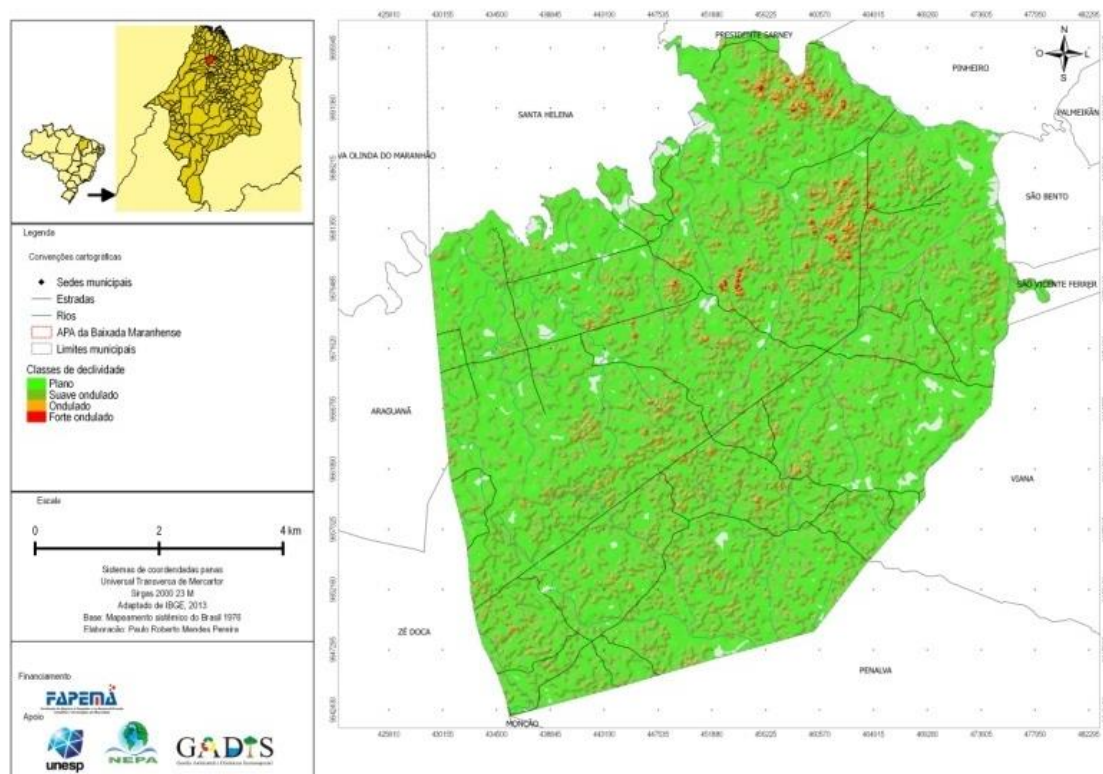


Figura 3 - Declividade do município de Pedro do Rosário

Fonte: Adaptado de NASA, 2003.

### 3.3 Mapeamento geomorfológico do município de Pedro do Rosário


O município tem 86% na unidade superfície sublitorânea Bacabal, e caracteriza-se como topografia plana suavemente ondulada, associadas à depósitos sedimentares e superfície residual de forma tabular e subtabular, com colinas de baixa declividade e testemunhos. Os outros 14% são representados por planícies, terraços fluviais e também pela Baixada Maranhense, que possui como características áreas planificadas que podem ser alagadas ou não de acordo com a sazonalidade (AB' SABER, 1977, IBGE, 2006).(Tabela 02)


A partir da classificação taxonômica de Ross (1991) destacaram-se as seguintes unidades de relevo, observadas em Pedro do Rosário (Figura 04), sendo que as unidades 1 e 2 são caracterizadas como áreas de sedimentação a 3 unidades apresentou-se em geral com caráter estável, enquanto a 4 e 5 unidades apresentaram em morfogênese (Tabela 2), principalmente associado ao manejo, com intensiva retirada da cobertura vegetal para a inserção de pastagens (PEREIRA; PASSOS, 2015)


Tabela 02 - Compartimentação geomorfológica de Pedro do Rosário - MA.


Nome do domínio	Nome da Região	Nome da unidade	Unidades de relevo
Bacias e coberturas sedimentares	Superfície dos Baixos Rios Pindaré - Mearim e Itapecuru	Superfície Sub-Litorânea de Bacabal	Superfícies aplainadas com testemunhos
			Colinas suaves - onduladas
			Morros testemunhos
Depósitos Sedimentares Quaternários	Formas Agradacionais Atuais e Sub atuais Interioranas	Planícies e Terraços Fluviais	Terraços fluviais do Turiaçu e Pericumã
	Golfão Maranhense	Baixada Maranhense	Planície alagada do Formoso


Fonte: Adaptado de Embrapa, 2013.

 **1 - Planície alagada do Formoso:** Localizadas na parte sudeste do município, apresenta entre 2 e 10m de altitude e declividade entre 0 e 3%, compreende um planície inundada do lago Formoso.

 **2 - Terraços fluviais do Turiaçu e Pericumã:** Os terraços Fluviais caracterizam-se como superfícies planas que apresentaram entre 6 e 20m de altitude e declividade variando entre 0 a 3%, localizadas junto às margens dos rios Turiaçu e Pericumã formando atualmente os ambientes alagadiços antigos leitos de inundação.

 **3 - Superfícies tabulares aplainadas:** As superfícies aplainadas apresentaram altimetria entre 21 e 100m, clinografia entre 0 e 23%, indicando a ocorrência de terreno planificado, estes setores ocupam 77% da área total do município, distribuídos em toda a extensão da área de estudo, com destaque para pequenas colinas de topos aplainados e superfícies tabulares

 **4 - Colinas suave-onduladas:** As colinas apresentaram variação de 45 a 80 metros de altitude e declividade entre 23 e 35%, com topos côncavos, topos suavemente declivosos localizadas principalmente na porção central e sul de Pedro do Rosário, formando um cinturão delimitando as principais microbacias da área.

 **5 - Morros testemunhos:** Os morros testemunhos apresentaram altitude entre 90 e 122m, e declividade superior a 35%, estes são encontrados principalmente na porção noroeste e central do município, apresentando topos côncavos



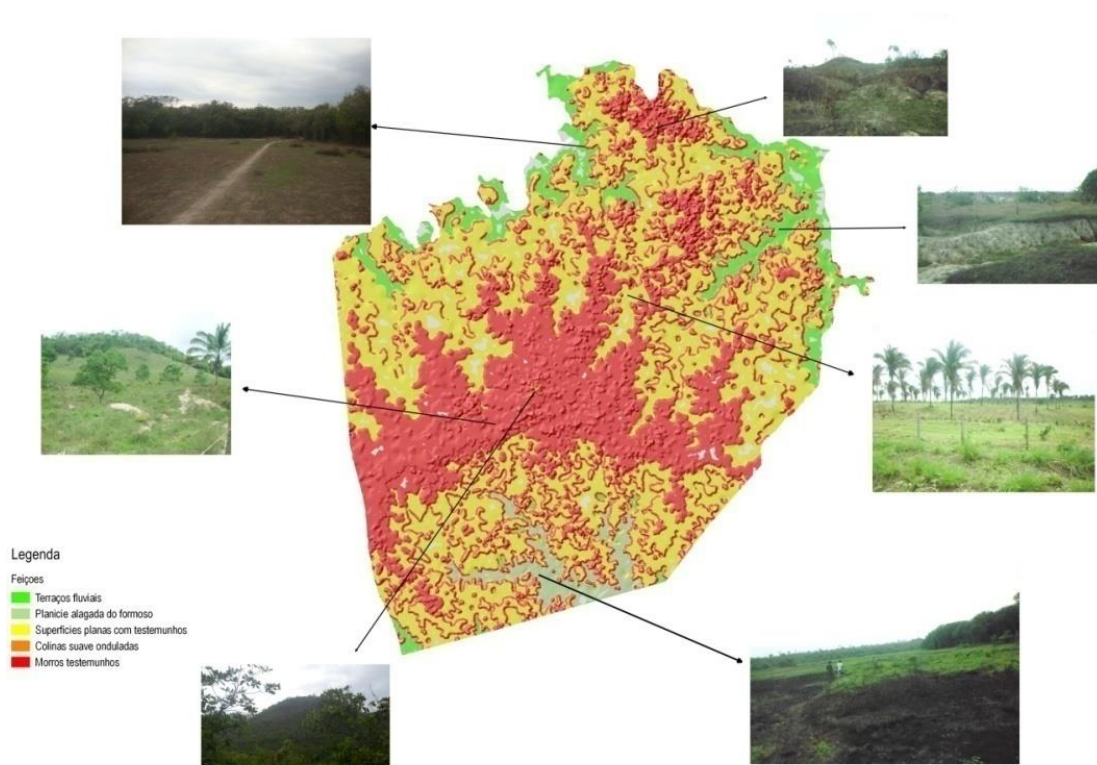


Figura 04 - Mapeamento geomorfológico de Pedro do Rosário – MA

Fonte: adaptado de Embrapa (2013)

#### 4. Considerações finais

A metodologia mesmo apresentando limitações se, associado principalmente a escala de trabalho, foi observado que os dados SRTM exprimem a elevação da superfície com todos objetos presentes no terreno (MDE), diferentemente da característica desejável a dados topográficos, que devem representar somente o terreno, mostrou eficaz no processo para definição de classes geomorfológicas.

Nesse modo destaca-se que o município apresentou predominância de um relevo basicamente plano, intercaladas por baixas colinas de topos côncavos ou suavemente planificados com altitude variante entre 45 e 80m, além de um conjunto de morros residuais que apresentaram entre 90 e 122m de altitude. Estas áreas apresentam grande importância no contexto regional da Baixada Maranhense pois integra os principais divisores e pontos de recarga hídrica da área. Nesse modo se recomenda a inserção de todo o limite territorial do município nas políticas de proteção ambiental do estado, tendo em vista que ao longo do tempo passou por significativas mudanças, com destaque para a supressão da vegetação principalmente para a ampliação de pastagens, com ocupação de rampas e topos de morros.

## 5. REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. N.. (1977) *Contribuição à Geomorfologia do Estado do Maranhão*. Notícia Geomorfológica. Campinas, V. 3, nº 5, p 66 – 77.
- AVELAR, V. G. de.(2012) *Apostila de Introdução a Geomorfologia* - CG/UNIFAP
- CARVALHO, T. M; BAYER, M. (2008) Utilização dos produtos da “Shuttle Radar TopographyMission” (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 35-41.
- CPRM, Serviço Geológico do Brasil SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL; MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2011). *Relatório diagnóstico do município de Pedro do Rosário: projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Maranhão* Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil.
- EL-ROBRINI, M., et al, Maranhão in: MUEHE, D. (org.).(2008) *Erosão e propagação do litoral brasileiro*. 1º Ed Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013) *Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão*. Campinas, SP: Embrapa. 324 p.
- \_\_\_\_\_, Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/oquee.html> acesso em: 15/11/2015
- \_\_\_\_\_, *Gleissolos*. Disponível em: <http://www.agencia.cnpt/glaissolo> acesso em: 15/11/2015
- \_\_\_\_\_, *Plintossolos*. Disponível em: <http://www.agencia.cnpt/plintossolos> acesso em: 15/11/2015
- \_\_\_\_\_, *Argissolos amarelos*. Disponível em: <http://www.agencia.cnpt/argissolosamarelos> acesso em: 15/11/2015
- FEITOSA, A.C. ; TROVÃO, J.de R. (2007) *Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico e cultural*. João Pessoa: Editora Grafset.
- FEITOSA. A. C (1996) *Dinâmica dos Processos Geomorfológicos da Área Costeira a nordeste da Ilha do Maranhão*. Rio Claro, Tese de Doutorado: IGCE-UNESP.
- FERRERO, V. O. (2014) *Hidrología Computacional y Modelos Digitales del Terreno —Teoría, práctica y filosofía de una nueva forma de análisis hidrológico*. disponível em : [www.andresonmedeiros.com/ebooks/hidrologia\\_computacional\\_MDT.pdf](http://www.andresonmedeiros.com/ebooks/hidrologia_computacional_MDT.pdf). Acesso em: 18/10/2015.
- FLORENZANO. T. G. (2008) Sensoriamento para geomorfologia. in: Florenzano T. G. *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de textos.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. (2006) *Mapa geológico do Maranhão*. Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_. (2006) *Mapa geomorfológico do Maranhão*. Rio de Janeiro,
- \_\_\_\_\_. (2009) *Manual Técnico de Geomorfologia* 2.ed. Rio de Janeiro, 2009.
- \_\_\_\_\_. (2009). *Manual Técnico de Pedologia* 2.ed. Rio de Janeiro, 2009.
- LEPSCH, I. F. (1991) *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. 4ª aproximação, 2ª imp. rev.. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- LIRA, E.M.; NASCIMENTO, F.I.C.; ALMEIDA, G. O. (2012) *Análise morfométrica da bacia hidrográfica do igarapé amaro, Acre-Brasil*. Revista GeoNorte, v. 1, p. 606-616.
- MARANHÃO, Gerência de Planejamento. (2002) *Atlas do Maranhão*. São Luís: LABGEO/UEMA/GEPLAN.
- MIRANDA, E. E. de; (Coord.).Brasil em Relevo.Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- OLIVEIRA. M. C. de. (1984) *Construção de uma carta para determinação de orientação de vertentes*. Revista do Instituto Geológico. São Paulo. jan/dez. 1984. 47-50p.

PENTEADO, A. de F. (2011) *Mapeamento e análise geomorfológicos como subsidio para identificação e caracterização de terra inundáveis. Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do rio do Sinos - RS*, São Paulo: Tese de doutorado em Geografia Física Universidade de São Paulo.

PEREIRA, P.R . M e PASSOS, M, M dos. (2015) *Modificações de cobertura da terra no município de Pedro do Rosário – Amazônia maranhense entre os anos de 2000 e 2014 in: Anais do XI Encontro Nacional da ANPEGE: A DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA BRASILEIRA: ESCALAS E DIMENSÕES DA ANÁLISE E DA AÇÃO.*

RESENDE, E. A e SALGADO, A. A. R (2011) *Mapeamento de unidades de relevo na média serra do espinhaço meridional - MG in: GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, Nº 30, pp. 45 - 60.

ROSS, J.L.S. (1991) *Geomorfologia, Ambiente e planejamento*. São Paulo: Editora Contexto.

SILVA, Q. D (2012). *Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão*. Presidente Prudente: Tese de doutorado em Geografia FCT/UNESP, 2012

### **AGRADECIMENTOS:**

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pela concessão da bolsa de estudo em nível de Mestrado.

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPA/UFMA) pelos auxílios em atividades de campo.

Aos moradores do município de Pedro do Rosário que auxiliaram nas atividades de campo





## INTERPRETAÇÃO DE ANOMALIAS DE DRENAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PITANGUI, PARANÁ – BRASIL

K. A. Oliveira<sup>(a)</sup>, M. L. C. Pinto<sup>(b)</sup>, E. F. Santos<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa  
karen\_lola\_oliveira@hotmail.com

<sup>(b)</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa  
ligialhc@gmail.com

<sup>(c)</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa  
web\_emer@hotmail.com

### Resumo

O Rio Pitangui foi considerado como um canal de drenagem antecedente, que rompeu passagem pela escarpa de arenitos devonianos que assinala a transição entre o Primeiro e o Segundo Planaltos Paranaenses. O canal principal, que se apresenta ora encaixado, ora meandrante, expõe forte controle tectônico-estrutural no interior de uma bacia hidrográfica cuja forma alongada tem sentido NE-SW. O objetivo deste trabalho foi investigar a configuração da rede de drenagem pela identificação das anomalias flúviogeomórficas presentes no seu alto curso. Nesse sentido, além da revisão bibliográfica, foram adotadas técnicas de fotointerpretação e mapeamento digital associada aos cálculos morfométricos da bacia. A característica principal encontrada está representada pelo desajuste longitudinal, que demonstra a importância dos eventos tectônicos aos quais esteve submetido o seu contexto litoestrutural. As diversas anomalias identificadas ao longo das drenagens, principal e tributárias, indicam desequilíbrios localizados, e ressaltam a assimetria da bacia hidrográfica do Alto curso do rio Pitangui.

**Palavras chave:** Anomalias de drenagem, fotointerpretação, bacia hidrográfica, assimetria de bacia.

### 1. Introdução

A rede de drenagem é, segundo Thomas e Allison (1993), o elemento de maior sensibilidade às mudanças desencadeadoras de alterações ambientais, por ser o primeiro elemento da paisagem a dar resposta às alterações da base, o que explica sua importância como ferramenta indispensável à análise ambiental e geomorfológica. E, Howard (1967) ressalta que ela, a rede de drenagem - modifica seu curso, adaptando-se às formas e apresentando padrões que seguem a influência das estruturas do modelado do relevo: cada padrão de drenagem apresenta um significado litoestrutural, morfoestrutural e morfotectônico. Enquanto Schumm (1977) afirma que os canais fluviais, em qualquer região, devem ser interpretados levando-se em consideração a integração dos controles geológicos às condições climáticas e de uso do solo. Assim, a rede de drenagem é um importante elemento à compreensão do relevo, pois sua arquitetura e geometria têm significados litoestrutural, morfoestrutural e morfotectônico, que fornecem subsídios basilares

ao entendimento da evolução da paisagem geomorfológica (HOWARD, 1967). Quando essas formas são destoantes do padrão regional, são caracterizadas como anomalias de drenagem.

As anomalias de drenagem podem ser conceituadas como sendo desvios do padrão da drenagem regional e ou do padrão do canal que, em outra área, estaria em acordo com as estruturas ou a topografia. (HOWARD, 1967). Estas anomalias podem estar relacionadas à confluência de tributários, às variações na resistência do substrato rochoso à erosão, ou a ocorrência de erosão remontante, causadas por mudança brusca em nível de base à jusante, ou ainda por deformações neotectônicas localizadas e/ou na bacia de drenagem como um todo. (Acklas Jr. *et al.*, 2003; Fujita *et al.*, 2011).

Fundamentado neste pressuposto, empregou-se a morfometria fluvial como possível indicativo à determinação da influência morfolitoestrutural no padrão de drenagem e na ocorrência de anomalias de drenagem para a bacia hidrográfica do Alto curso do rio Pitangui.

## **2. Caracterização da área de estudo**

A bacia hidrográfica em estudo compreende ao Alto curso do rio Pitangui, formado desde suas nascentes até a confluência com a Represa de Alagados: lâmina de água resultante da área inundada pelas águas dos rios Pitangui e Jotuba destinada ao abastecimento urbano da cidade de Ponta Grossa. A referida bacia, que abrange partes dos municípios de Castro, Carambeí e Ponta Grossa, encontra-se no quadrante sudeste do Estado do PR, na Mesorregião Centro Oriental do Paraná, Microrregião de Ponta Grossa, tendo como limites as coordenadas UTM 592.000 a 624.000 e 7226.300 a 7226.300 (UTM – Universal Transversal Mercator) (Figura 1). Detém uma área de 166,00 km<sup>2</sup>, das nascentes até a Ponte Preta, local de formação da lâmina de água da Represa de Alagados, distribuídos em altitudes que variam de 1073m até 917m. Das nascentes até a represa há uma diferença altimétrica média de 156m, para 42,384 km do canal principal.

Situada na transição entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense a área referida bacia hidrográfica apresenta diversos pontos de contato entre as rochas de seu embasamento – representadas pelas rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga, Grupo Itaiacoca, com as da Bacia Sedimentar do Paraná, pertencentes ao Grupo Paraná, especialmente da os arenitos da Formação Furnas, além de sedimentos recentes aluvio-coluvinares.

A maior área da bacia está sobre o material do Complexo Granito Cunhaporanga (Neoproterozóico), caracterizado pela presença de granitos e biotita granitos, com variações petrográficas para granodioritos, monzogranitos, biotita granodioritos, quartzomonzodioritos equigranulares a porfíricas com predominância do feldspato microclínio (GUIMARÃES, 2000; MINEROPAR, 2006).

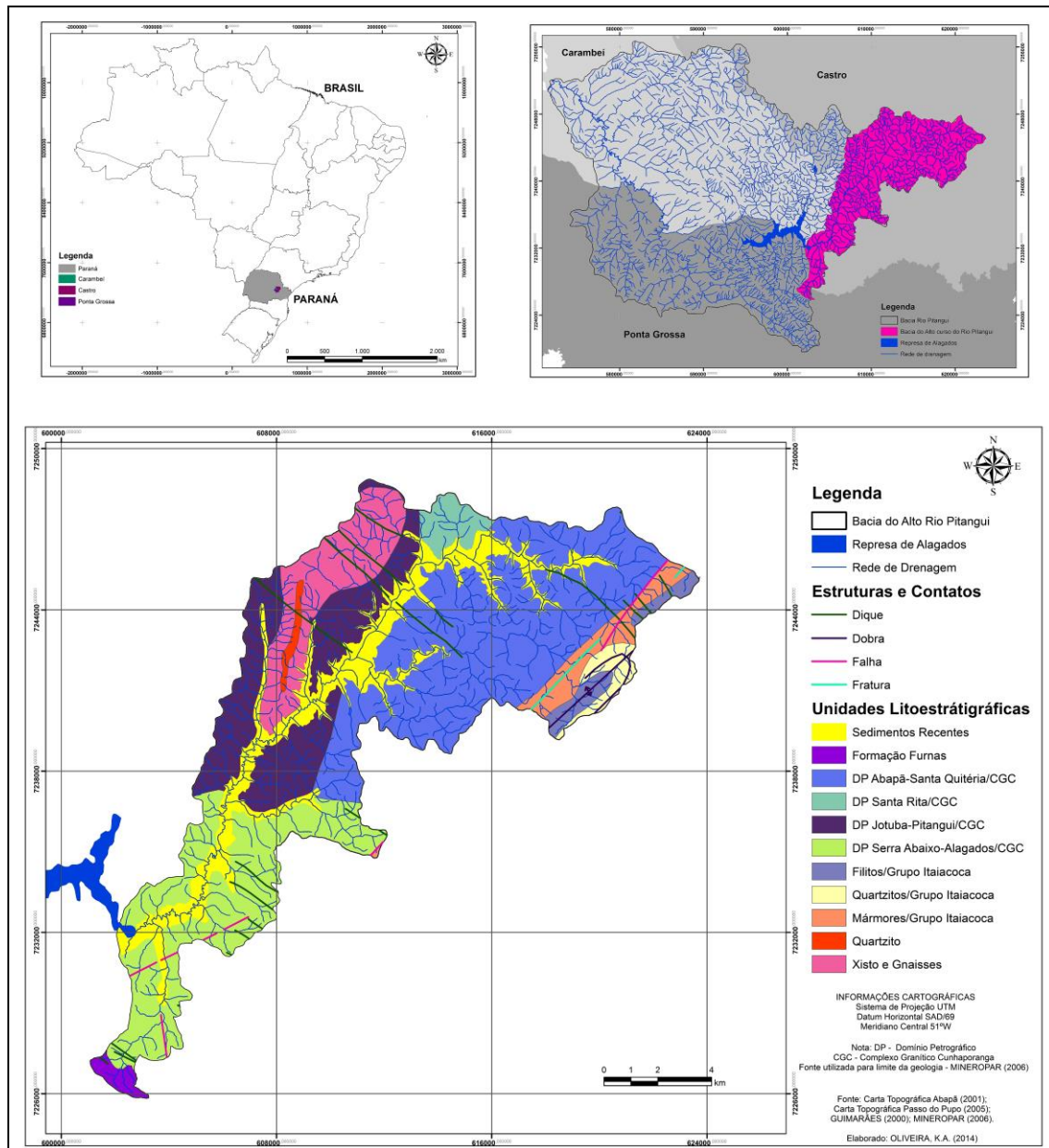


Figura 1 – Cartograma geológico e localização da Bacia do Alto curso do Rio Pitangui, Paraná - BR.

Ao extremo nordeste da área de estudo aparecem litologias neo-proterozóicas, pertencentes à Grupo Itaiacoca (Neoproterozóico), como filitos, calcários e quartzitos. Estas rochas possuem maior resistência aos processos intempéricos e denudacionais, sendo que os quartzitos e os filitos destacam-se na topografia como cristas alongadas e na forma de dobras anticlinal e sinclinal, com eixos orientados na direção NE-SW (Morro do Amola-Faca, Cerro do Arroio Feio, Morro do Mastro) (SZABÓ *et al.*, 2006).

Ao extremo sudoeste, aparece a escarpa sob a Formação Furnas (Grupo Paraná), formando um resalto topográfico, que delimita o Primeiro do Segundo Planalto Paranaense. Esse escarpamento é formado por rocha sedimentar paleozóica do Devoniano o arenito Furnas e

camadas gonduânicas, que não sofreram perturbações orogênicas, apresentando assim uma paisagem típica de degraus estruturais (MAACK, 1947).

E, ao longo da calha do rio principal e, em seus maiores afluentes, as planícies de inundação estão recobertas por depósitos aluviais e coluviais holocênicos, ainda estão ativos devido ao forte intemperismo físico-químico de domínio subtropical, ao avanço da erosão e ao retrabalhamento dos sedimentos e rochas mais antigas (MINEROPAR, 2006).

A área deste estudo está inserida, em sua quase totalidade, na Unidade Morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico, cuja Unidade Morfoescultural mais extensa corresponde ao Primeiro Planalto Paranaense, e suas subunidades morfoescultural do Planalto de Castro e Planalto Dissecado do Alto Ribeira. A bacia hidrográfica apresenta um relevo relativamente uniforme formado de colinas típicas cujas vertentes apresentam topo convexo e base retilíneo-côncavo, distintas apenas pelos índices de declividade e comprimento: característica morfológica é a paisagem e a presença de vertentes suavemente onduladas à relativamente acidentada (MINEROPAR, 2006). Tais formas foram esculpidas sobre rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga, cortadas por diques de diabásio. Difere desta, a paisagem formada na subunidade do Planalto dissecado do Alto Ribeira, cujas vertentes são retilíneas e côncavas, formado vales em “V”, mais encaixados.

Apenas no setor sudoeste, ao longo do Arroio São Miguel tem-se a presença da Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, Unidade Morfoescultural do Segundo Planalto Paranaense (SPP), em sua subunidade morfoescultural o Planalto de São Luiz do Purunã, que apresenta topos aplainados, vertentes convexas e vales encaixados, modelados em rochas do Gupo Paraná - Formação Furnas (MINEROPAR, 2006; MELO *et. al*, 2010).

Como características climáticas, a região é influenciada tanto pelas massas de ar quentes e frias e massas de ar tropical marítimo e polar, sendo este um clima tipo Cfb, (segundo classificação de Köppen), ou seja, um clima subtropical úmido: mesotérmico constituindo de uma zona temperada sempre úmida, com mais de cinco geadas noturnas anuais; temperatura média anual variando entre 18° a 19° C e precipitação média anual entre 1.400 a 1.800 mm, cujo período mais seco ocorre de Junho a Agosto e, o mais chuvoso entre Dezembro e Fevereiro, período de grande movimentação no setor agrícola regional e na circulação de veranistas.

A vegetação atual apresenta uma predominância da Floresta Ombrófila Mista, nas áreas mais declivosas, com restrições para os usos mais mecanizados e, a Floresta Ombrófila Mista Aluvial e campos esparsos nas áreas mais menos declivosas e de vertentes mais longas. Refletindo em parte a influencia bioclimatica holocênica os solos da região apresentam textura com predominância argilosa, formada a partir da decomposição de rochas magmáticas associadas ao Complexo Cunhaporanga, onde os solos mais desenvolvidos como os latossolos brunos e

vermelhos estão localizados nos interflúvios, os argissolos vermelho-amarelo, nas encostas mais suaves e, cambissolos háplicos e neossolos litólicos nas encostas mais dissecadas acompanhando a linha de drenagem. (Rocha, 2010)

A região ainda apresenta como uma de suas características a presença de atividades econômica agropecuárias, em pequenas, médias e grandes propriedades, com destaque para os cultivos da soja, do trigo, cevada, aveia e feijão, e a criação de gado leiteiro, suínos, ovelhas, aves. A exploração mineral – representada pela exploração de “pedreiras, saibreiras e cascalheiras”. Algumas destas áreas foram abandonadas, apresentando intensos processos erosivos (ravinas e sulcos). A silvicultura aparece como atividade em expansão, ocupando áreas distintas em toda a área da bacia, mesmo em antigas áreas de mineração.

### 3. Materiais e Métodos

A base cartográfica utilizada na presente pesquisa foi às cartas topográficas: folhas Abapã (SG-22X-A-VI-3/MI-285-3) e Passo do Pupo (SG-22-X-C-III-1/MI-2841-1), editadas pelo IBGE em 2000, ambas na escala 1: 50.000 e com equidistância de 20 m, assim como fotografias áreas de 1980 na escala 1:25000 cedidas pelo ITCG; e ORTOIMAGEM oriunda do Sensor SPOT 5 (2005), com resolução espacial de 5 metros cedida pelo Paranacidade (SEDU-PR).

O mapa de anomalias de drenagem do canal fluvial foi obtido através da fotointerpretação da ORTOIMAGEM juntamente com as fotografias aéreas do ano de 1980, sendo identificados os padrões de drenagem destoantes da bacia hidrográfica em estudo, além de formas anômalas observadas na área, ou seja, um desvio da drenagem regional e ou do padrão do canal, que, em outra área, está de acordo com as estruturas regionais ou topográficas (HOWARD, 1967).

A elaboração de Cartogramas, em ambiente SIG, permitiu a visualização dos compartimentos geomorfológicos, bem como orientou uma melhor observação em trabalhos de campo. Os trabalhos em campo foram essenciais ao reconhecimento de formas de relevo, salientadas pelas cartas digitais e pela fotointerpretação. A partir da extração da hidrografia foram mensurados os seguintes dados morfométricos: Fator Assimetria de Bacia (FAB), Fator de Simetria Topográfica Transversal (T).

O Fator Assimetria de Bacia (FAB), proposto por Hare e Gardner (1985) indica a assimetria de uma bacia refletida pelo deslocamento lateral do seu canal principal, perpendicularmente à direção do seu eixo. Sendo este um modo de avaliar a existência de inclinações tectônicas em escala de uma bacia de drenagem, que pode ser aplicado em áreas relativamente extensas e planas (COX, 1994).

O FAB é definido pela equação  $FAB = 100 \times (Ra/Ta)$ , onde Ra é área localizada à margem direita da bacia olhando para a jusante; Ta é área total da bacia.

Segundo COX (1994), quando o índice resultante possui valor muito próximo ou igual a 50, a bacia possui condições estáveis, no entanto, um valor abaixo ou acima de 50, pode ocorrer devido à mudança de inclinação do terreno resultante de atividade tectônica ou por erosão diferencial de controle estrutural litológico, sendo que valores abaixo de 50 indicam provável basculamento da margem esquerda do canal, e valores acima de 50 indicam provável basculamento da margem direita do canal.

Hare e Gardner (1985) propuseram ainda o Fator de Simetria Topográfica Transversal (FSTT), qual é baseado no fato de que a migração preferencial do canal caracteriza uma assimetria do perfil topográfico transversal ao canal. Sua relação está entre a distância da linha média da bacia e o canal principal e a distância entre a linha média da bacia e o seu divisor mais próximo. E a equação utilizada para o cálculo do FSTT é  $FSTT = Da/Dd$ , onde  $Da$  corresponde à distância da linha média do eixo da bacia de drenagem até a linha média do cinturão do meandro ativo;  $Dd$  corresponde a distância da linha média da bacia até o divisor da bacia. Sendo que quanto mais próximo de zero (0) for o resultado, maior é a simetria topográfica transversal e quanto mais próximo de 1, menor a simetria.

#### 4. Resultados

O Alto curso do Rio Pitangui drena uma área de 166,00 km<sup>2</sup> e possui uma extensão de 42,384 km. Tem suas nascentes estão posicionadas a 1073 metros, na localidade do Morro do Mastro, no distrito de Abapã (município de Castro), e sua foz artificial, junto à Ponte Preta, na Represa de Alagados a 917 metros de altitude, nos limites municipais de Carambei e Ponta Grossa, perfazendo uma amplitude altimétrica da ordem de 156 metros.

O Alto Pitangui e seus afluentes dissecam litologias diversas, sendo que sua nascente inicia-se com uma direção SE-NW sobre rochas filito do Grupo Itaiacoca, e, a partir das rochas mármore do Grupo Itaiacoca segue apresentando pequenas deflexões resultando no predomínio de direção NE-SW. Em seu médio/baixo curso, percorre os terrenos do Planalto de Castro, na mesma direção até atingir os limites da represa de Alagados, apresentando ampla planície aluvial (em média superior aos 50m de largura, principalmente na margem esquerda) mais desenvolvida, por onde o canal assume um caráter sinuoso, ou uma ‘tipicidade meandrante’.

O fator assimetria da bacia (FAB) é geralmente utilizado para locais onde há falhas recentes mascaradas ou pobremente expostas, como também onde há falhas reativadas por eventos deformacionais. Assim, o Fator de assimetria de uma bacia reflete o componente de deslocamento lateral do seu rio principal, perpendicularmente à direção de seu eixo, sendo que esta migração é causada por processos fluviais internos e/ou externos, ou ainda por forças deformacionais tectônicas (COX, 1994). Apesar dos desvios e migrações laterais internas

observáveis através do Fator Assimetria da Bacia, a bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Pitangui apresenta uma elevação topográfica da margem direita, quantificada pelo FAB com um valor igual a 63,90. Isto demonstra que, forças de tensão passadas, forçaram um deslocamento do canal principal para o setor ocidental da bacia, por sobre as rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga e Formação Itaiacoca. O resultado desta assimetria pode ser observado pela existência de uma extensa faixa de Sedimentos Recentes, numa das margens, em detrimento da outra, e pela diversidade de feições que implicam diretamente no comportamento da rede de drenagem.

O traçado de 21 segmentos de reta perpendiculares ao eixo principal da bacia, com equidistância de 500 m, tornou possível delinear o eixo principal da bacia. A partir da linha média calculou-se a simetria do canal principal, e os valores ficaram entre 0,01 a 0,68, e a média obtida de 0,33, verificando-se, portanto, uma distribuição relativamente dispersiva dos valores, devido às reorientações que o rio Pitangui assumiu em função do controle tectônico a que foi submetido (Quadro 01).

Quadro I – Valores de FSTT calculados para a Bacia do Alto curso do rio Pitangui, PR – Brasil.

SEGMENTO	FSTT	SEGMENTO	FSTT	SEGMENTO	FSTT
1	0,46	8	0,30	15	0,39
2	0,26	9	0,22	16	0,27
3	<b>0,59</b>	10	0,09	17	0,26
4	0,47	11	0,28	18	0,37
5	<b>0,61</b>	12	0,27	19	0,37
6	0,68	13	0,03	20	0,01
7	<b>0,53</b>	14	0,36	21	0,41

Os segmentos 3/5/6 e 7 são aquelas que registram assimetria mais significativa, essa assimetria verificada possivelmente associa-se a conformação do relevo e a processos de migração lateral apenas por efeito de basculamento. No segmento 6/7, o canal principal muda de direção, deixando de seguir no sentido E-W para seguir no sentido NE-SW, ainda nesse trecho o rio passa a ter um comportamento retilíneo devido ao lineamento, sendo este um possível dique de diabasio.

Através da fotointerpretação foi possível demonstrar, de forma mais detalhada, o comportamento da rede de drenagem, tendo sido identificadas (Figura 2), cinco (5) tipos diferentes de anomalias: (a) curvaturas anômalas; (b) segmentos retilíneos; (c) dendrítico com influência radial anelar; (d) ilha e (e) meandro abandonado. Além destes, encontrou-se três (3) tipos de padrões de drenagem: (1) dendrítico, (2) subparalelo a subdendrítico e (3) treliça.

Foi localizado num total de quarenta e três (43) segmentos retilíneos, o que, para Bezerra (2003), estas feições são importantes indicadores de controle estrutural, já que estão associados às zonas de fraturas. Nesse sentido, Howard (1967) acrescenta que os segmentos retilíneos são mais comuns em canais retos e extensos, os quais não apresentam padrão retangular e/ou de



treliça, estando associados geralmente a fraturas, falhas, veios, diques e juntas. Na área de estudo, essas anomalias ocorrem em canais que apresentam uma das margens mais extensa; canais que seguem os lineamentos estruturais e a presença de canais em apenas uma das margens.

Foram encontradas ao todo dezenove (19) curvaturas anômalas. Para Howard (1967), feições deste tipo estão relacionadas ao controle estrutural e podem ser indicativos de movimentação tectônica recente ou inversão de relevo, provocando desvios e curvas ao redor das feições ou bloqueio nos tributários, que são refletidos para uma drenagem vizinha ocorrendo o abandono de canais. Muitas dessas anomalias são tratadas como capturas fluviais, porém não é possível a identificação de vales secos ou depósitos que possam comprovar essas ideias na área de estudo. Já, em canais de primeira ordem, onde se encontra algumas curvaturas, a investigação se torna importante, pois são nessas áreas que as modificações mais recentes no relevo ocorrem.

Nesta bacia ainda foram encontrados num total de 28 meandros abandonados distribuídos ao longo de sua extensa planície de inundação também assimétrica. Nessa área esses meandros só formam um lago quando o nível d'água do rio excede transpassando os diques marginais, devido à alta pluviosidade. Ainda ao longo da planície de inundação estão localizados alguns terrações fluviais, sendo estas áreas planas resultantes de acumulação fluviais, periodicamente alagadas, comportando meandros abandonados e cordões arenosos; além de depósitos alúvio-coluvionares e presença de cordões e diques marginais.

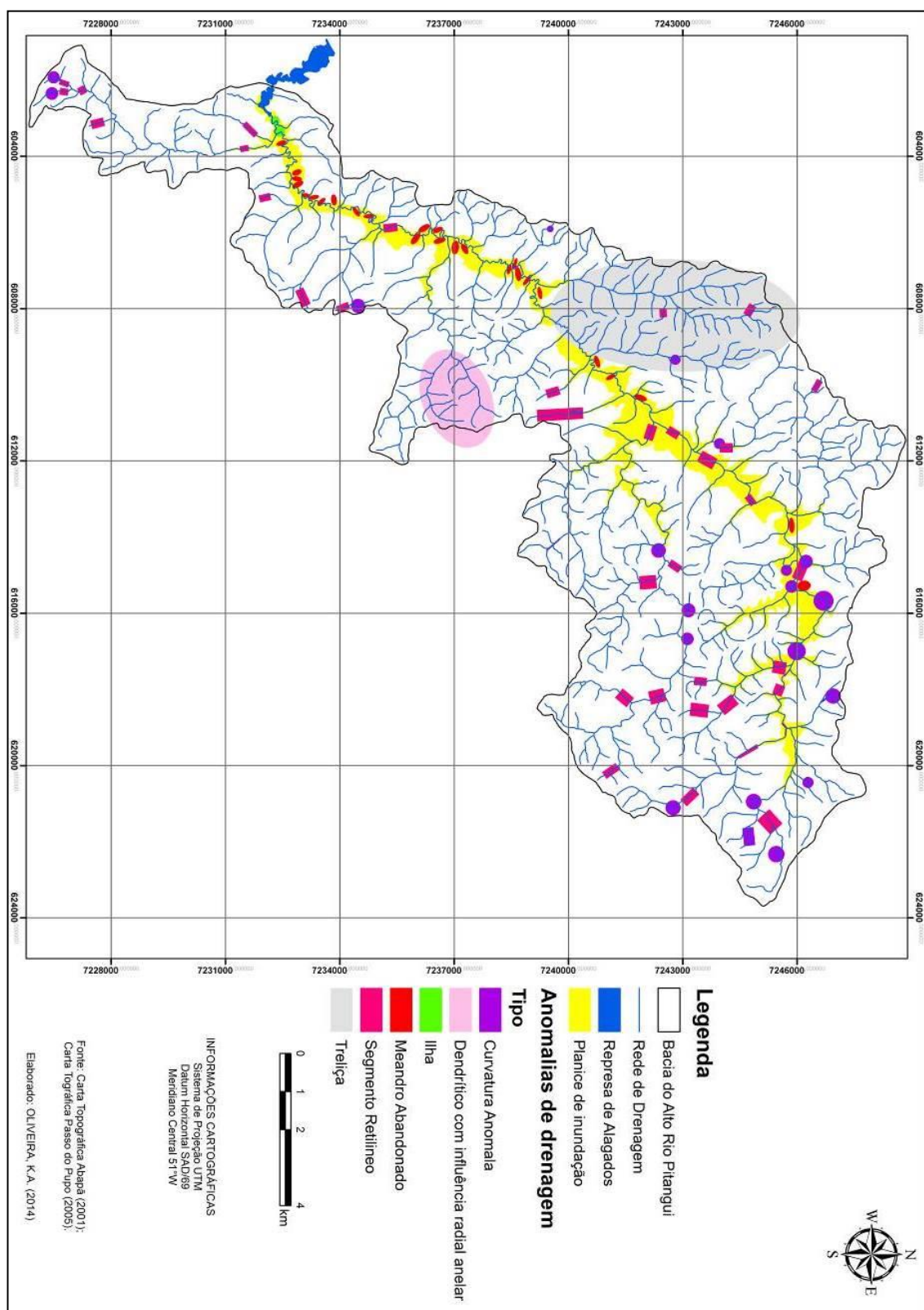


Figura 2 – Cartograma de anomalias de drenagem da Bacia do Alto curso do rio Pitangui, PR – Brasil.

Já, o padrão dendrítico, com influência radial anelar, aparece no Arroio Passo dos Buenos, sobre rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga, nos Domínios Abapã - Santa Quitéria e Serra Abaixo-Alagados. Na literatura este padrão indica que o terreno sofreu um soerguimento ou um

abatimento local, como domos, cones vulcânicos ou morros isolados e crateras ou depressões periféricas, fazendo com que a drenagem se adapte a estas alterações (HOWARD, 1967). Esta área é caracterizada por um domo que faz com que os canais se adaptem ao relevo.

Os segmentos de padrões retilíneos e meandantes: demonstrando a ocorrência de feições de controle estrutural sobre o canal principal comumente evidenciado em terrenos de sedimentos quaternário. Ao observar a Figura 3, no círculo vermelho, há presença de canais que apresentam um ângulo  $90^\circ$ , ou seja, ângulos retos.

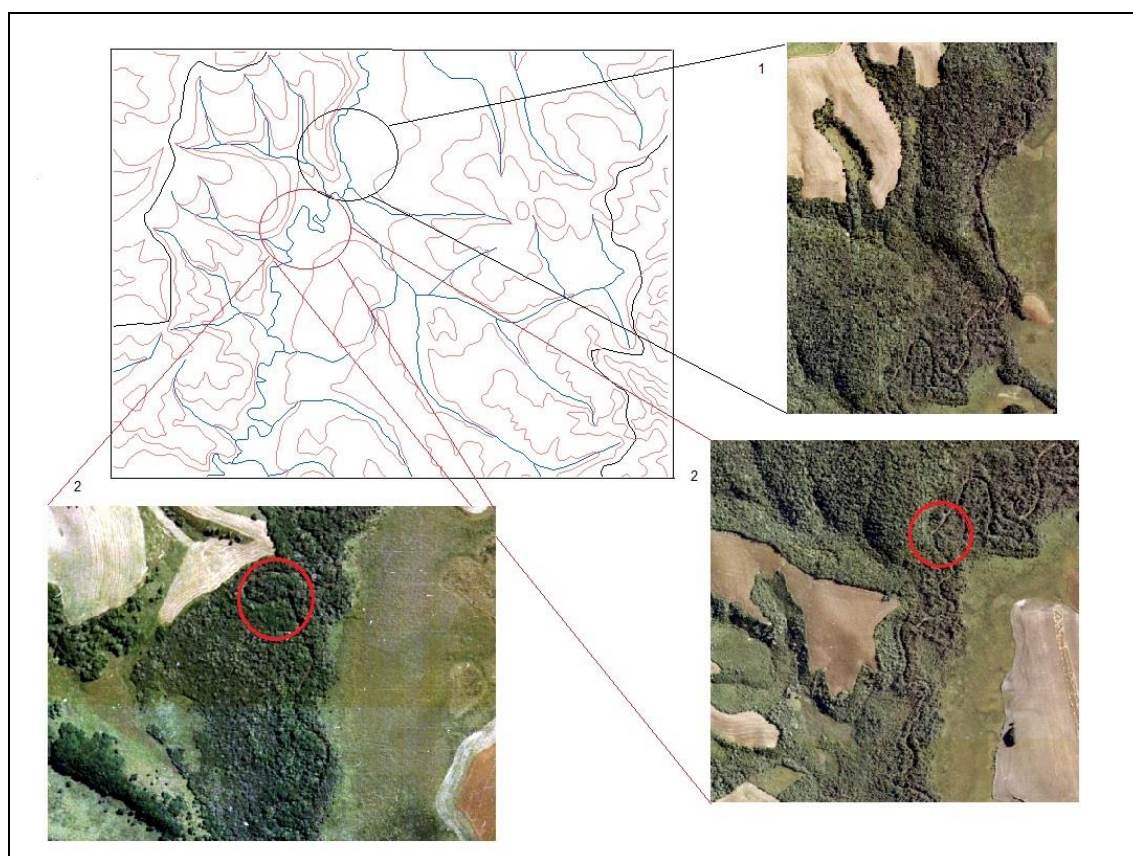


Figura 3 – Anomalias de padrão de drenagem: 1) alternâncias de padrões meandrante com retilíneo; 2) controle estrutural por ângulos de  $90^\circ$ .

A morfologia da rede de drenagem reflete as variações espaciais e temporais dos processos geológico-morfológicos aos quais os canais estiveram submetidos ao longo do tempo. Em uma escala de tempo geológico, essas feições fluviais respondem às mudanças impostas por soerguimentos tectônicos, erosões, esculturações do relevo e às mudanças climáticas. Mas, num de tempo menor (série histórica), os canais respondem às alterações na descarga e no aporte de sedimentos gerados tanto em situações naturais quanto pelos efeitos diretos da atuação humana. Há variações quanto à forma, largura, profundidade, gradiente e rugosidade do leito e no tamanho das partículas transportadas para atingir um novo equilíbrio (SIQUEIRA, 2013).

Assim, a configuração atual da rede de drenagem do Alto curso do Rio Pitangui sofre ação das mudanças impostas tanto pela escala do tempo geológico quanto a uma escala de tempo menor, sendo está pelo represamento das águas para a formação da represa de Alagados. Essas mudanças impostas pela represa na configuração do canal fluvial são notadas pelo assoreamento dos canais e dos fundos de vales tanto na zona de confluência como ao longo do canal fluvial, do aumento da planície de inundação e formação de novas áreas de inundação, da redução da velocidade das águas e a deposição da carga sólida, como é possível observar ao longo de quase todo o canal. Ressalta-se ainda que sua sinuosidade e o meandramento observado no canal principal tem uma grande influência da dinâmica de fluxo que o Alto Pitangui possui.

## 5. Considerações Finais

A dinâmica geomorfológica da área deste estudo reflete, de forma contundente a importância dos eventos tectônicos e do contexto geológico ao qual se insere. O Rio Pitangui expõe diretamente estas correlações litoestruturais, seja na forma da bacia hidrográfica, seja na presença de anomalias em seu canal principal e alguns tributários, seja pelas variações no padrão e organização de sua drenagem. A bacia com sua forma alongada no sentido NE-SW; um relevo dissecado apresentando colinas suavemente onduladas entre as quais o canal principal entalhou o vale, encaixando-se, em algumas áreas, em lineamentos estruturais, e em outras áreas apresentando extensas planícies, sujeitas às inundações periódicas nos meses de maior pluviosidade. Nestas planícies, em seu médio e baixo curso, exibe um canal meândrico, circulando com fluxo quase sempre laminar.

A aplicação dos dois métodos, Fator Assimetria de Bacia e Fator de Simetria Topográfica Transversal apresentou altos valores de assimetria da rede de drenagem em relação a sua área de captação, apontando um deslocamento do Alto curso do Rio Pitangui para a margem direita da bacia, indicando um provável soerguimento do relevo. Além de evidenciar que o rio apresenta um forte controle tectônico devido às reorientações.

As anomalias de drenagem encontradas nesta bacia revelam um forte controle estrutural, uma forte assimetria, onde a margem direita do rio é menor que a esquerda, isto ocorre também em alguns de seus afluentes, apresentando uma extensa planície de inundação também assimétrica onde é possível localizar terraços alúvio-coluvionares, diques marginais e cordões.

## 6. Bibliografia

- ACKLAS JR., R.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; CASADO, F.C. (2003). Análise de perfis longitudinais de drenagens do Município de Guarulhos para a detecção de deformações neotectônicas. *Revista UnG – Geociências*, 6(8), 64-78.
- BEZERRA, P. E. L. (2003) *Análise estrutural da Drenagem*. Belém: IBGE.

- COX, R. T. (1994). Analysis of Drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: An example from the Mississippi Embayment: Geological Society of American Bulletin, University of Columbia, Missouri, 106, 571-581.
- FUJITA, R.H.; GON, P.P.; STEVAUX, J.C.; SANTOS, M.L.; ETCHEBEHERE, M.L. C. (2001). Perfil longitudinal e a aplicação do índice de gradiente (RDE) no Rio dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, PR. *Revista Brasileira de Geociências*, Curitiba, 41 (4), 597-603.
- GUIMARÃES, G. B. (2000) *As rochas granitoides do Complexo Granítico Cunhaporanga, Paraná: aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos*. Tese de Doutorado em Geociências. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- HARE P. W.; GARDNER I. W. (1985). Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins. Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: MORISAWA M.; HACK J. T. (Ed.). *Tectonic Geomorphology*. Proceedings of 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium.
- HOWARD, A.D. (1967). Drainage analysis in geologic interpretation: summation. *Bulletin American Association of Petroleum Geologists*, 51(11), 2246-2259.
- MAACK, R. (1947). Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba: Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 2, 63-154.
- MELO, M.S.; GUIMARÃES, G.B.; SANTANA, A.C. (2010). Fisiografia da Bacia do Rio Pitangui. In: GEALH, A.M.; MELO, M.S.; MORO, R.S. (Ed.) *Pitangui Rio de Contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente*. Ponta Grossa: Ed. UEPG.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná S.A. (2006). *Atlas geológico e geomorfológico do estado do Paraná: escala base 1:250.000*. Curitiba: MINEROPAR/UFPR.
- ROCHA, C.H.; NETO, P.H.W. (2010) Padrões de uso das terras e implicações ambientais. In: GEALH, A.M.; MELO, M.S.; MORO, R.S. (Ed.) *Pitangui Rio de Contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente*. Ponta Grossa: Ed. UEPG.
- SCHUMM, S. A. (1977). *The Fluvial System*. Colorado: John Wiley & Sons Press.
- SIQUEIRA, A.G.; AZEVEDO, A.A.; SOUZA, L.A.P.; SILVA, M. (2013). Modificações fluviais à jusante de barragens. *Anais do 14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental*.
- SZABÓ, G. A. J.; ANDRADE, F. R. D.; GUIMARÃES, G. B.; CARVALHO, F. M.; MOYA, F. A. (2006). As jazidas de talco no contexto da história metamórfica dos metadolomitos do Grupo Itaiacoca, PR. *Geologia USP: Série Científica*, 5 (2), 13-31.
- THOMAS, D.S.G.; ALLISON, R.J. (1993). *Landscape Sensitivity*. Chichester: John Wiley and Sons.

## RECONOCIMIENTO DE FORMAS DELTAICAS ASOCIADOS A CUENCAS ANDINAS EN EL FIORDO COMAU: FAN DELTAS MACRO MAREALES. NORPATAGONIA DE CHILE

M. V. Soto<sup>(a)</sup>, N. González<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografía/Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, mvsoto@uchilefau.cl

<sup>(b)</sup> Laboratorio de Geografía Física, Departamento de Geografía, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, nicole.gonzalez.l@ug.uchile.cl

### Resumen

Se analizan tres cuencas andinas en el fiordo Comau, norpatagonia de Chile, desde la perspectiva teórica de sistemas estuarinos y deltas fluviales, en un mar interior de dominio macro mareal. A través del análisis de imágenes y fotografías aéreas de diferentes fechas se analizó la morfología y los cambios internos en las formas deltaicas de los ríos Cahuelmó, Huinay-Lloncochaigua y Vodudahue. Se realizó la cartografía geomorfológica bajo las diferentes condiciones de marea, identificando la dinámica subárea y subacuática de las formas estudiadas. El trabajo de terreno realizado en enero de 2016, permitió definir la naturaleza de las formas, es decir, de fan deltas, debido a la marcada impronta aluvial de los lóbulos, de los bancos fluviales compuestos por gravas de origen fluvial y del patrón braided característico de flujos con abundante carga sedimentaria. Se plantea la necesidad de avanzar en la investigación de estas formas, más aun en escenarios de cambio ambiental asociados a la disminución de las precipitaciones y aumento de las temperaturas durante el presente siglo.

**Palabras claves:** Cordillera de los Andes, fiordo, mar interior, macro mareas, fan delta.

### 1. Introducción

La geografía del territorio norpatagónico de Chile responde en su complejidad a los procesos formativos de la Cordillera de Los Andes, asociado a su origen tectónico y volcánico, con una marcada incidencia de la zona de falla Liquiñe-Ofqui (ZFLO), con un paisaje estructural conformado por la Cordillera Principal (Andes y Cordillera de Costa) y la depresión intermedia sumergida, resultando en un territorio de fiordos, canales, ríos e islas que configuran el archipiélago de Chiloé y el mar interior de Chiloé. El fiordo Comau es parte de una falla estructural longitudinal de 68 kilómetros que se extiende de N/S, con flancos de valle andinos que se alcanza los 2000 m.s.n.m. y con una máxima profundidad del fiordo de 500 metros. Existen tres cuencas andinas que desembocan en el fiordo, Cahuelmó, Huinay-Lloncochaigua y Vodudahue. Cada uno de estos sistemas de cuenca/río/costa presentan formas y procesos fluvio marinos que generan depósitos distales de ambiente de delta y esturio macro mareal. Constituyen medios sedimentarios complejos debido al tipo de costa, la carga sedimentaria, el caudal de los ríos, y las formas deltaicas entre otras (Arriagada et al. 2014; Venegas et al. 2015). En la literatura especializada sobre sistemas deltaicos y estuariales si bien existen diversas aproximaciones, Darlymple *et al.* (1992) y Cooper (1993, 1994, 2000, 2001, 2002, 2006)

proporcionan la bases teóricas para el tratamiento de estas formas, através de los aspectos morfodinámicos y de los agentes modeladores, es decir el oleaje, las mareas y los cursos fluviales. De acuerdo con esto, el Fiordo Comau es un estuario dominado por mareas (*tide dominated*). Bird (2008) diferencia tres tipos de estuarios dominados por las mareas, siendo el mega mareal el que se adapta a la zona de estudio.

En Chile los sistemas estuariales y deltaicos han sido tratados por Pomar (1962), Araya Vergara (1970, 1982, 2003), Martínez & Cortez (2008), describiendo los cambios morfológicos. Araya Vergara (1982) estableció una clasificación geomorfológica de las desembocaduras para Chile, tomando en consideración las características morfoclimáticas que delimitan cada tipo de zona. De acuerdo con eso, el área de estudio corresponde a la zona de deltas de cabecera de fiordo y de glaciares, siendo exclusivos para las costas de fiordos de la Patagonia y constituyen solo el 0.2% de la línea litoral chilena.

Sin embargo, el trabajo de terreno realizado en enero de 2016, ratifica las condiciones de sistemas estuariales, pero las formas deltaicas en el fiordo han sido consideradas como fan deltas, debido a la composición textural del delta, es decir un cono aluvial distal desarrollado en ambiente macro mareal. Nemec & Steel (1988) y Nemec (1990) describe los deltas aluviales o fan deltas como construidos por abanicos aluviales, reconociendo si la influencia es directa del río o de conos aluviales como proveedores de sedimentos. Xue & Golloway (1991) señalan existencia de un delta normal, un fan-delta (aluvial) y un braid-delta (delta trenzado), asociados a los procesos que determinan la geometría del delta, es decir, la fuente de sedimentos, el flujo y energía de las olas, el flujo y energía de las mareas. Estos deltas presentan procesos deposicionales similares a los de un aluvión o la progradación fluvial y son parte de un espectro continuo, en función a los efectos combinados de la acción fluvial, mareal y de las olas. Boggs (2006) diferencia y clasifica los sistemas deltaicos en relación a la influencia directa fluvial, mareal y del oleaje, señalando que un delta dominado por la acción fluvial, presenta forma general lobulada, cuando se acumulan en zonas costeras someras, o alargados cuando se edifican en aguas más profundas. Los fan deltas en Chile solo han sido tratados en braided deltas en el Lago General Carrera (46° S/72°W) por Bell 2009) y en Península Fildes (62°S/58°W) por Soto (1992).

En este contexto, el propósito de esta investigación es identificar y caracterizar las formas deltaicas, de fan deltas, en el Fiordo Comau, asociado a los escenarios ambientales de dominio marítimo y cuencas periglaciares andinas, en un ambiente morfodinámico sensible a los agentes climáticos (Beniston *et al.* 2013), más aún en el escenario de cambio climático y de marcada influencia marina.

El Fiordo Comau se localiza en la Región de los Lagos, norpatagonia chilena (Fig. 1), mar



interior de Chiloé, en el Golfo de Ancud. Algunas islas y conjuntos de ellas corresponden a remanentes de arcos morrenicos de la Última Glaciación (Wurm o Wisconsin); los depósitos morrenicos de la última glaciación pertenecen a tres unidades gélidas: Glaciar Todos Los Santos-Llanquihue, Glaciar Reloncaví y Glaciar Comau o Leptepu, los cuales corresponden en general a depósitos compuestos por rodados, tanto graníticos como volcánicos conformando depósitos caóticos, sin estructuras (Ferrando 1975).

Climáticamente la región está sometida frecuentemente a los vientos del Oeste y a la alternancia de sistemas frontales fríos asociados a bajas subpolares, provocando climas templados oceánicos y subpolares (Cfb y Cfc; Kottek et al., 2006). Los escenarios climáticos extremos, vale decir, menos nocivo y más severo (B2 y A1F1) del Cuarto Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007) sugiere que a finales de siglo XXI (1971-2100) habrá un notable avance de los climas mediterráneos de veranos suaves (Csb) hasta más allá de la Región de Aysén (Rubel & Kottek, 2010), pese a mantener en la franja más oceánica, climas Cfb. Las implicancias desde el punto de vista de la sedimentación pueden ser extremas, pues la cubierta vegetal y glaciar se podría ver disminuida en cuanto a su densidad, generando más carga al sistema hidrológico. Sarricolea & Figueroa (2014) usando el Modelo ACCESS 1.0 muestran disminuciones de más de 200 mm y aumentos de hasta 4°C de las temperaturas medias anuales, hacia finales del siglo XXI.

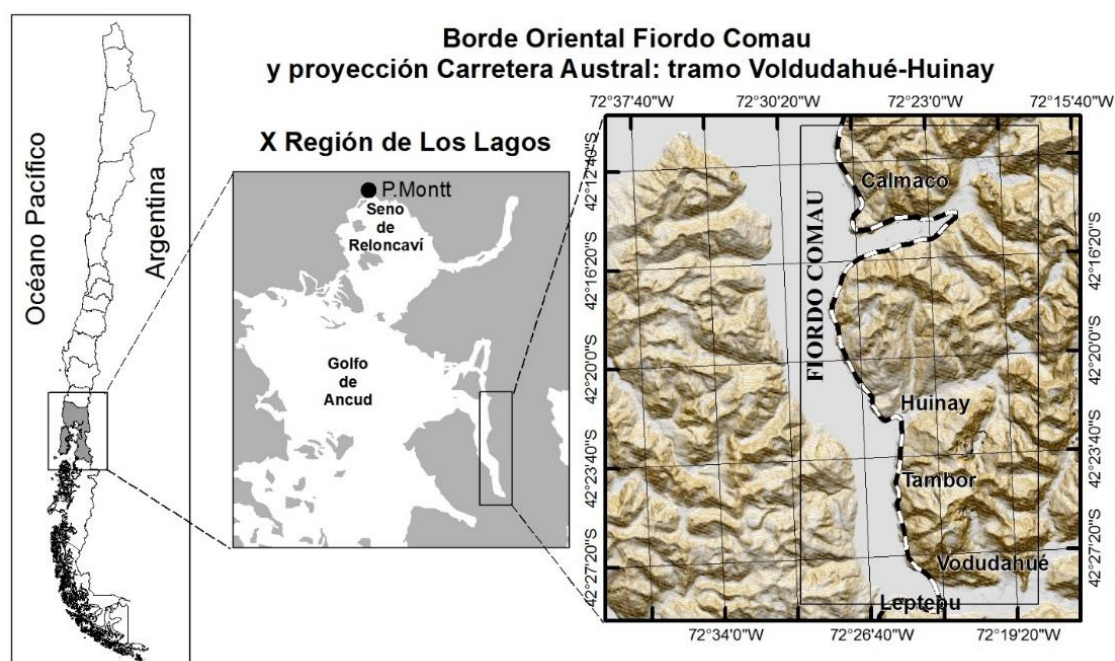


Fig. 1. Área de estudio. Borde Oriental Fiordo Comau.



Desde el punto de vista oceanográfico, la amplitud de marea diaria puede variar de un máximo de 7 metros a un mínimo de 2 metros en un mes, según la fase lunar. Las corrientes causadas por el oleaje no tienen mayor efecto, variando la velocidad usualmente de 1 a 2 nudos, aumentando levemente en los meses de invierno por el aporte fluvial desde la cuenca. A partir de los datos de mareas del SHOA (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile), en la estación Puerto Montt ( $41^{\circ}26'45''\text{S}/72^{\circ}57'45''\text{W}$ ), se realizó un mareograma para el mes de enero 2016, representativo de régimen semidiurno, más bien de amplitud macromareal (Fig. 2), ya que los registros indican que puede alcanzar hasta 7 metros.

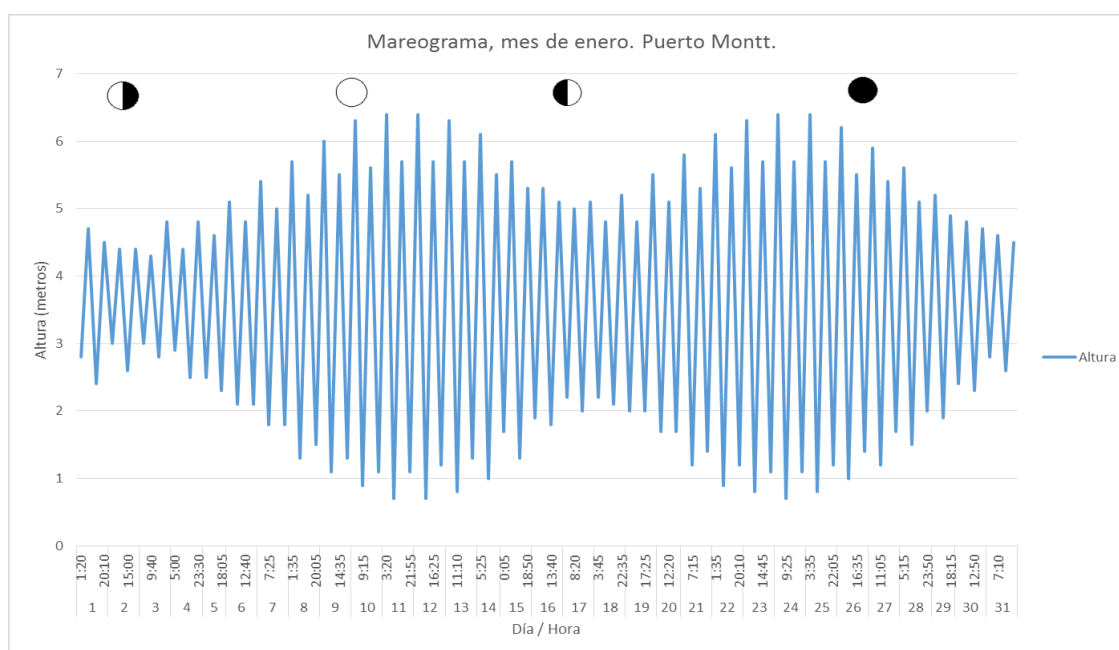


Fig. 2. Mareograma de Puerto Patrón de referencia, Puerto Montt. Régimen semidiurno, macro mareal.

## 2. Metodología

La caracterización geomorfológica asociada al ambiente deltaico se realizó a partir de la recopilación de antecedentes, análisis de datos primarios y secundarios, fotointerpretación y trabajo de terreno. De acuerdo a los trabajos de Araya-Vergara (1981), Arriagada (2005, 2008), Cortez & Martínez (2008), Arriagada *et al.* (2014), Venegas *et al.* (2015) se identificaron los bancos medios y laterales, bancos vegetados, bancos vegetados estabilizados y paleobancos.

Se realizó fotointerpretación de fotos aéreas, mapeando las formas esenciales en formato *shapefile* en el *software* ArcGis. Las imágenes utilizadas obtenidas a de *Google Earth* 2015, correspondieron a baja marea, que fueron comparadas con fotos SAF (1982, 1997) e imágenes de *Google Earth* en pleamar. Se aplicaron las bases teóricas de Darlymple *et al.* (1992), Nemec & Steel (1988) y Nemec (1990), Cooper (1993, 1994, 2000, 2001, 2002, 2006), Bird (2008),

Bell (2009) para establecer el dominio de las mareas, olas o acción fluvial. Se trabajó en base *software* ArcGis 10.1 y *Google Earth* 2015. Se realizó una comparación en las condiciones de marea baja y alta para los años 2010 y 2015, logrando la interpretación de las formas deltaicas de Cahuelmó, Huinay- Lloncochaigua y Vodudahue.

### 3. Resultados

En el fan delta del río Cahuelmó (Fig. 3) se identificaron cuatro tipos diferentes de bancos, producto del transporte y depositación sedimentaria desde el lago Abascal. Se identificaron las siguientes formas en el fan delta:

Banco vegetado: cercanos al mar, presentan vegetación arbustiva, durante la pleamar es inundado. Conformado por gravas redondeadas.

Bancos medios: expuestos a la acción mareal y del oleaje, sus formas se deben a la deposición del material sedimentario proveniente tanto del río como del mar. Conformado por gravas redondeadas.

Bancos laterales: en la ribera del río, en la zona fluvio-marina media, son de formas más estables, en cambio en la zona exterior de la desembocadura son de formas irregulares, presentando canales mareales. Conformado por gravas redondeadas.

La forma del fan delta es compleja asociada a la diversidad de bancos y a las formas del delta, conformando lóbulos alargados, cuya forma es más fácilmente distinguibles a partir de los patrones que modelan los mareales. En la baja mar es posible identificar en los lóbulos el característico patron braided. La extensión total del estuario del Río Cahuelmó es de 6 km, desde el lago Abascal hasta la última forma subaérea presente en la zona distal a la desembocadura.

El fan-delta formado por los ríos Huinay y Lloncochaigua (Fig. 4) presenta bancos vegetados, bancos vegetados estabilizados, bancos laterales y bancos medios. En la parte exterior el fan delta presenta bancos medios de formas irregulares, con canales mareales; muchos de estos bancos medios se sumergen y se transforman en bancos subacuáticos con pleamar, estas características se asocian a formas deltaicas, sobre todo los canales o tributarios que van divergiendo tanto en la componente subaérea como subacuática. El delta posee una extensión aproximada de 4,5 km, desde el ápice del hasta la forma más alejada en la zona exterior del estuario. Presenta forma lobulada, con canales braided visibles en baja mar. Sólo en la parte distal y junto al canal fluvial fue posible encontrar bancos de sedimentos finos, de arenas a arcillas con abundante material orgánico.

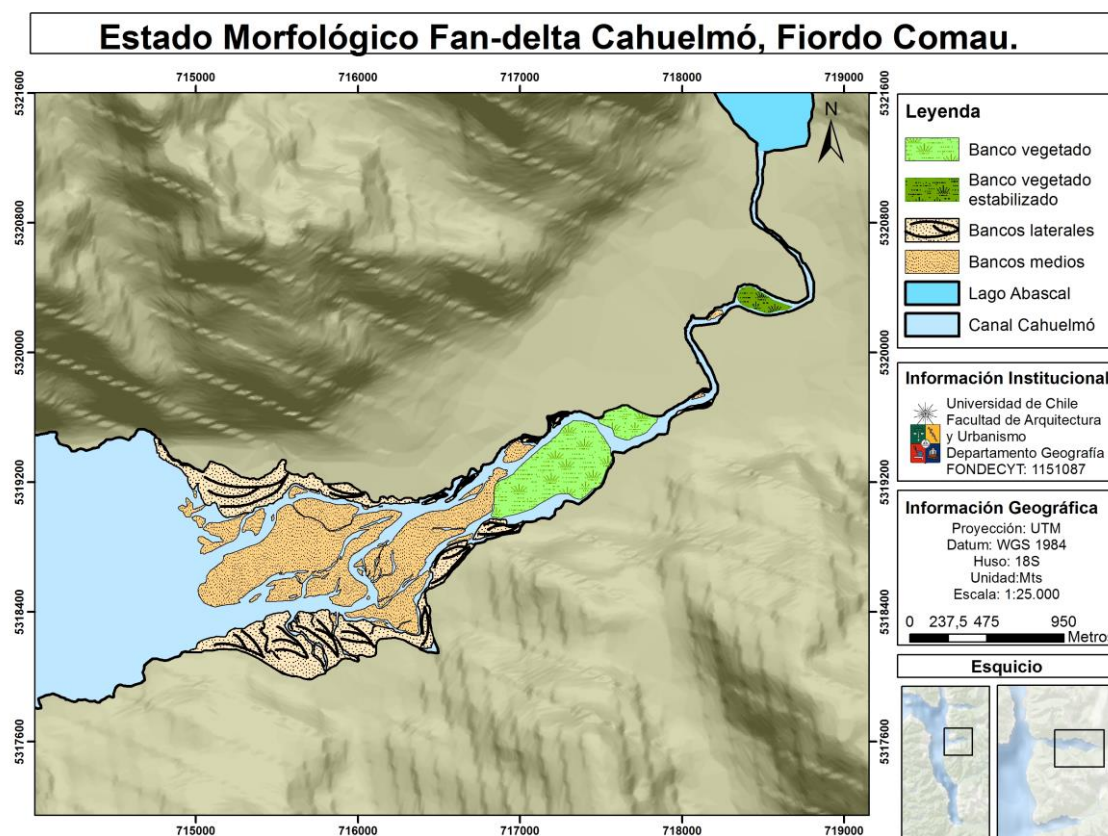


Fig. 3. Estado Morfológico Fan- delta Cahuelmó, Fiordo Comau. Condición de marea baja, año 2015. Elaboración en base a *Google Earth* (2015) y trabajo de terreno en enero de 2016. Proyecto Fondecyt 1151087.

El fan delta del río Vodudahue, formado por el río Vodudahue y su afluente el río Barcelo, presenta una extensión de aproximadamente de 14 km; son el sistema depositacional de la cuenca andina más grande del flanco occidental del fiordo Comau. El río Vodudahue es considerado caudaloso transandino de Chiloé continental (Ramírez 1996). Existen glaciares en las cabeceras de la cuenca andina.

Destaca el hecho de encontrar un extensor paleo banco, en posición lateral que corresponde a un nivel fluvio-marino diferente del actual ya que esta forma no es afectada por la acción fluvial y mareal bajo ninguna condición dinámica presente. La figura 5 muestra la direccionalidad de deposición en los bancos laterales en la ribera del río y las formas discontinuas de los bancos medios. Las dimensiones del fan delta y sus formas constituyentes son proporcionales a la cuenca y los procesos de esta.

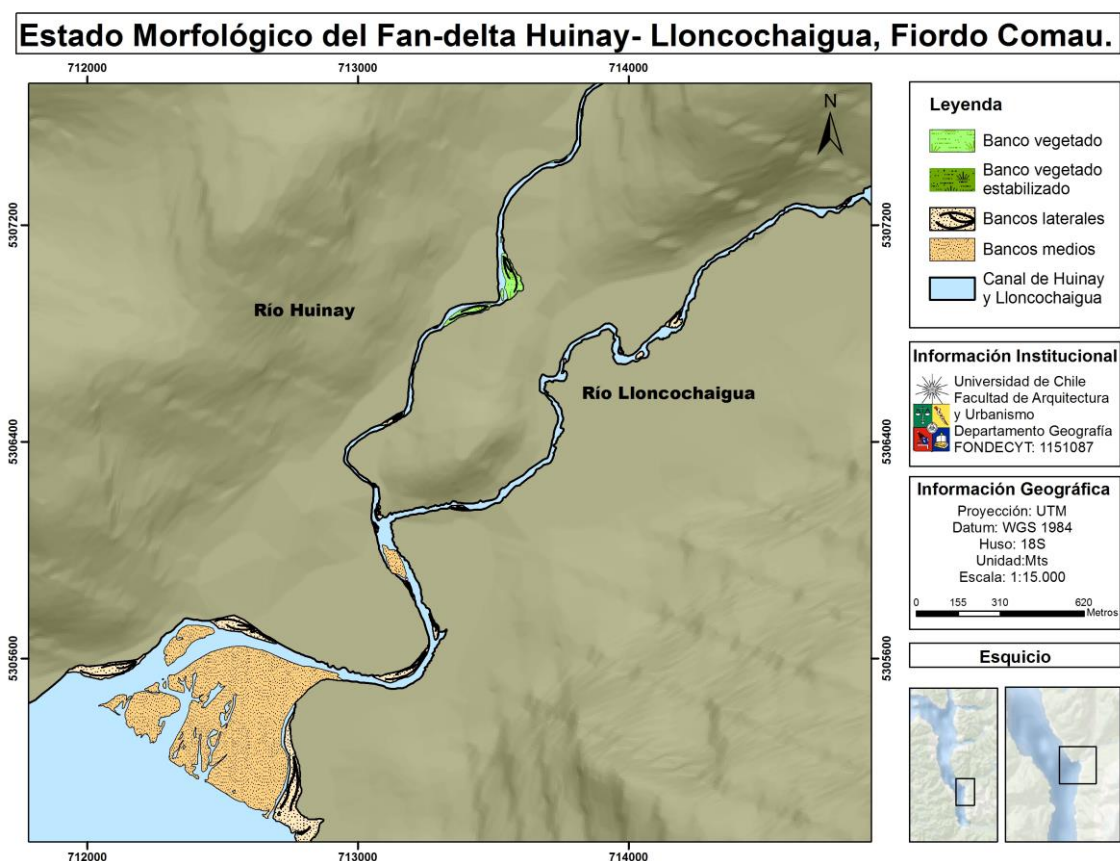


Fig. 4. Estado Morfológico Fan- delta Huinay-Lloncochaigua, Fiordo Comau. Condición de marea baja, año 2015. Elaboración en base a *Google Earth* (2015) y trabajo de terreno en enero de 2016. Proyecto Fondecyt 1151087.

#### 4. Discusión y Conclusiones

Por las características morfológicas que presentan los bancos y formas deposicionales, se puede establecer que las tres desembocaduras fluviales del fiordo Comau son influenciados por la acción de las mareas, debido a que los canales y los bancos presentes se modelan por las corrientes de marea de flujo y reflujo y cambian rápidamente de morfología, de posición y dimensiones (Fig. 6).

La morfología de los fan deltas en condición subaérea es similar a lo modelos teóricos de Nemec & Steel (1988) con patrones braided, tal como identificados en fan deltas lacustre en patagonia chilena por Bell (2009). La acción de las mareas y la carga sedimentaria desde las cuencas alto andinas de dominio glacio-nival son las modeladoras de estas formas tan especiales, de gran dimension territorial pero solo visibles en condiciones de baja mar.

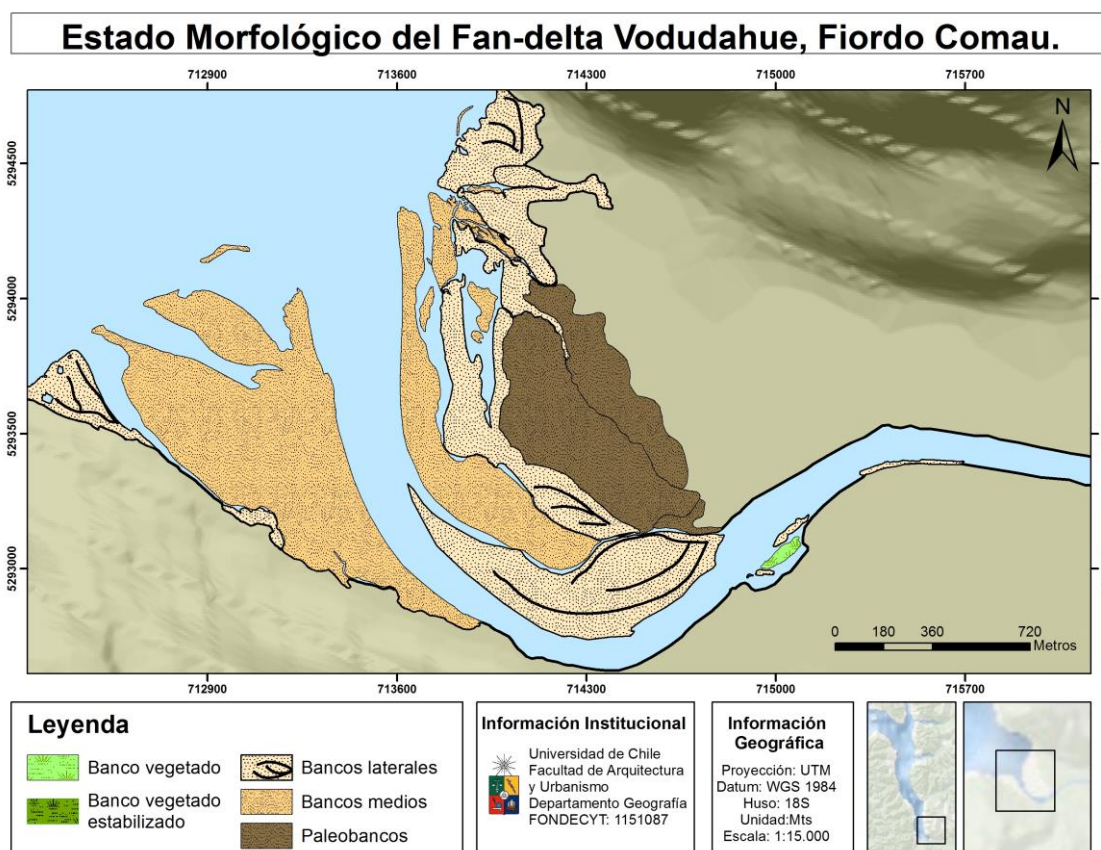


Fig. 5. Estado Morfológico Fan- delta Vodudahue, Fiordo Comau. Condición de marea baja, año 2015.

Elaboración en base a *Google Earth* (2015) y trabajo de terreno en enero de 2016. Proyecto Fondecyt 1151087.

Los fan deltas dominados por mareas, específicamente macro mareales se han formado por los aportes andinos desde áreas fuentes muy cercanas, cuyas partes distales conforman depósitos aluviales modelados por el mar. Ello explica la conformación grosera de las formas lobuladas (gravas) y de bancos de gravas en los fan deltas. Si bien el ambiente mareal es de amplitud macro mareal, dada la pendiente de las cuencas la intrusión salina es limitada, solo en la desembocadura y no se considera dentro del valle de los ríos (Fundación Huinay 2016). Ello ratifica lo propuesto por Perillo (1995) respecto a que los estuarios influenciados por la acción fluvial en la zona interior y media del estuario, pueden ser afectados por las mareas en la zona exterior.

Los resultados a través del análisis fotointerpretativo del estado de las desembocaduras en condiciones de marea baja, indican que la configuración de las formas e individuos constituyentes en cada fan delta se basa en una misma tipología y clasificación de formas de bancos, teniendo desde bancos vegetados hasta bancos laterales y medios. Además cada banco en la zona exterior del fan delta presenta pequeños canales, que indican la influencia de las condiciones de flujo y reflujo de las mareas. Las morfologías observadas son indicativa de la



dinámica del delta, y los bancos medios y laterales de la zona media o fluvio-marina tienden a ser más estables que los de la zona exterior o distal del estuario, que son más inestables o efímeros. Se puede establecer que las observaciones realizadas por Araya-Vergara (1981) pueden ser aplicadas en la medida que los borde de los bancos de forma convexa están asociados a una tendencia a la depositación y las concavidades a la erosión.

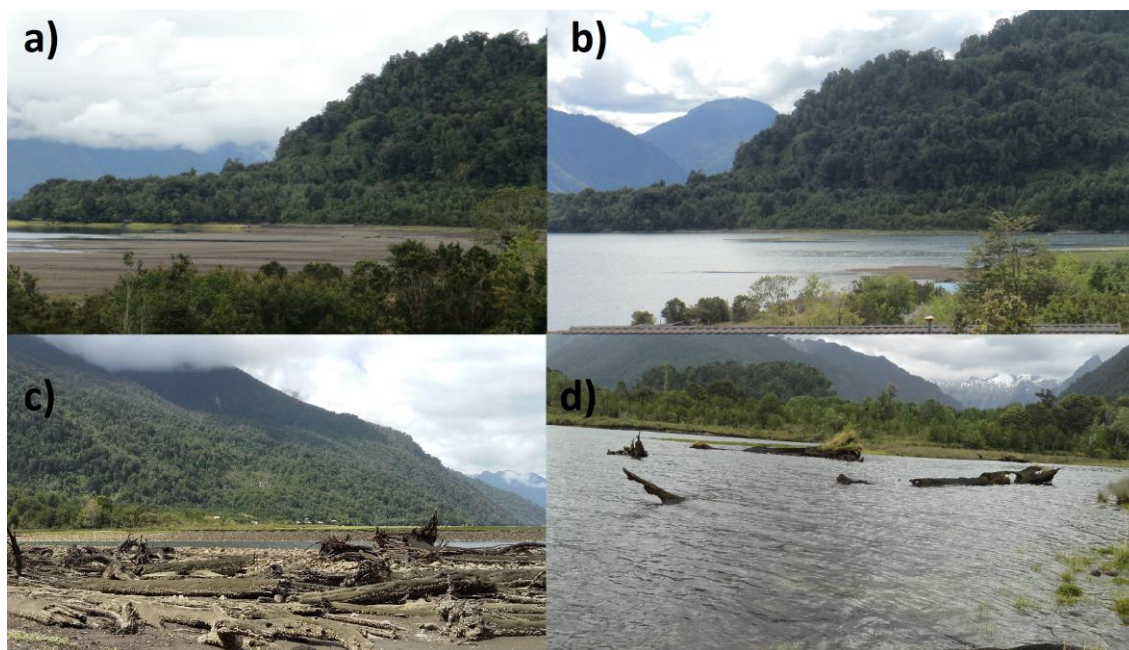


Fig. 6. Fan-delta Huinay-Lloncochaigwa y cambios de marea. a) Condición de Bajamar: bancos emergidos, Altura: 1, 2 metros, 29 enero 2016 a las 15:47 horas. b) Condición de Pleamar: bancos sumergidos, altura: 3 metros, 22 enero 2016 a las 9:47 horas c) Condición de Bajamar: Bancops aluviales con troncos emergidos, altura: 0, 8 metros, 25 enero 2016 a las 12:10hrs d) Condición de Pleamar: banco alluvial suemergido, altura: 5 metros, 24 enero 2016 a las 17:01hrs. Proyecto Fondecyt 1151087.

De acuerdo a las nociones de Darlymple *et al* (1992) y su esquema evolutivo, donde se puede emplear el término de *continuum* acuñado por Davies (1977, en Araya Vergara, 1981), asociado a las diversas y consecutivas fases de cambio que experimentan las desembocaduras, indicando que existen individuos morfológicos costeros que no pueden ser reconocidos como deltas, ni tampoco como estuarios propiamente tales, por encontrarse en estado transitorio entre ambos. Los sistemas fluvio-marinos presentados constituyen ambientes sedimentarios de alta complejidad asociados a los factores diversos en la genesis y modelado, una dinámica interna que se asocia a cambios morfológicos y evolutivos propios. Sin embargo, la información que existe para los deltas y fan deltas en fiordos y ambiente glacial o periglacial en el país, es casi inexistente y se requiere aun más investigación de poder establecer la dinámica y tendencia evolutiva de estas formas.

## 5. Bibliografía

- Araya-Vergara, J.F. (1981). El concepto de delta en ría y su significado en la evolución litoral (ejemplo de Chile Central). *Informaciones Geográficas*, 28, 19-42.
- Araya-Vergara, J.F. (1982). Análisis de la localización y de los procesos y formas predominantes de la línea litoral de Chile. *Informaciones Geográficas*, 29, 35-55.
- Araya-Vergara, J.F. (2003). Génesis de la ensenada en zeta de Pichilemu, Chile Central. *Investigaciones Geográficas*, 37, 41-65.
- Arriagada, J. (2005). *Cambios en el sistema estuarino del Maipo y su relación con obras portuarias, Chile Central*. Memoria de Geografía, Santiago, Universidad de Chile.
- Arriagada, J. (2009). *Geomorfología estuarial comparada en la zona semiárida de Chile. Casos de Copiapó y Choapa*. Tesis de Magister Geografía. Santiago, Universidad de Chile.
- Arriagada, J., Soto M-V., & Sarricolea P. (2014). Morphodynamic environment in a semiarid mouth river complex. Choapa River, Chile. In: Prof. Maged Marghany (Ed.). *Geoscience and Remote Sensing* (pp. 253-271). Intech Europe. Croacia, Rijka.
- Beniston, M., Stoffel, M. & Hill, M. (2013). Assessing climate impacts on the quantity and quality of water. The EU/FP7 ACQWA Project *Science and Policy Brief*. 43, 1-4.
- Bell, M. (2009). Quaternary lacustrine braid deltas on Lake General Carrera in southern Chile. *Andean Geology*. 36(1), 51-65.
- Bird, E. (2008). *Coastal Geomorphology: An Introduction*, Second Edition, 332-347.
- Boggs, S. (2006). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 5th Edition. Prentice Hall. 600p.
- Cooper, J.A.G. (1994). Sedimentation in a river-dominated estuary. *Sedimentology*, 40, 979-1017.
- Cooper J.A.G., Ramm A, & Harrison T. (1994) The estuarine health index: A new approach to scientific information transfer. *Ocean & Coastal Management*. 25(2) 103-141.
- Cooper, J.A.G., (2000). Geomorphology of tide-dominated and river-dominated, barred microtidal estuaries: a contrast. *Journal of Coastal Research*, SI 34. 428-436.
- Cooper, J.A.G., (2001). Geomorphological variability among microtidal estuaries from the wave-dominated South African coast. *Geomorphology*, 40, 99-122.
- Cooper, J.A.G., (2002). The role of extreme floods in estuary-coastal behaviour: contrasts between river- and tide-dominated microtidal estuaries. *Sedimentary Geology*, 150 (1-2, S). 123-137.
- Cooper, J.A.G., (2006). Geomorphology of Irish estuaries: Inherited and dynamic controls. *Journal of Coastal Research*, 1 (Sp. Is). 176-180.
- Dalrymple, R., Zaimln, B. & Boyd, R. (1992). Estuarine facies models. Conceptual basis and stratigraphic implications. *J. Sedim. Petrol*, 62, 1130-1146.
- Ferrando, F., (1975). Visión Geomorfológica de la provincia de Llanquihue. *Revista Geográfica*, 83, 141-158.8
- Fundación San Ignacio de Huinay. (2015). El fiordo Comau. [Online] Disponible en: <<http://www.fundacionhuinay.cl/comaue.html>> [consultado: 13 octubre 2015]
- Martínez C., & Cortez C. (2008). Características geomorfológicas del estuario Aconcagua, Chile Central., entre 1877 y 2001. *Rev. Geogr. Valpo.*, 41, 14-26.
- Nemec W., & Steel R., (1988). What is a fan delta and how do we recognize it?. *Fan deltas: Sedimentology and Tectonic settings*. 5-13 pp.
- Nemec, W., (1990). Deltas- remarks on terminology and classification. *Spec. Pubis int. Ass. Sediment*, 10: 3-12.
- Perillo, G., (1995). Geomorphology and sedimentology of estuaries: An introduction. *Elsevier Pub. Co.*, Ámsterdam. 17- 46.
- Ramírez, F., (1996). Ecohistoria y destrucción en Chiloé Continental: El Valle del Vodudahue 1700-1996. *Actas de la VII Jornada Nacional de Historia Regional de Chile*. 33pp.

Venegas, V., Soto, M-V. & Araya-Vergara, J.F. (2015). Grado de persistencia morfológica de las formas estuariales del Maule (Chile central) desde 1944 hasta 2011. *Investigaciones Geográficas*, 49, 31-50.

Xue, L. & Galloway W. (1991) Fan-Delta, Braid Delta and the Classification of Delta Systems. *Acta Geologica Sinica* 4 (4), 387-400





## MORFOLOGIA DO RIO TARAUCÁ E O IMPACTO DE SUA DINÂMICA FLUVIAL NA CIDADE DE ENVIRA, NO SUDOESTE DO AMAZONAS-BRASIL

J. H. N. de Oliveira<sup>(a)</sup>, J. B. Pacheco A. Silva<sup>(b)</sup>, J. C. M. Brandao<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Secretaria de Estado da Educação Cultura e Qualidade do Ensino – SEDUC-Amazonas  
geogensino@gmail.com

<sup>(b);(c)</sup> Programa de Pós-Graduação de Geografia e Programa de Pós-Graduação- PPG-CASA- Universidade Federal do Amazonas  
diricunhan@hotmail.com

### Resumo

Este trabalho trata dos impactos da dinâmica fluvial do rio Tarauacá nos últimos 50 anos sobre a cidade de Envira. O método de pesquisa foi o *estudo de caso*, apoiado em: trabalho de campo; SIG (Landsat 5, SPRING, QGIS). Dos resultados constam as análises morfomeândricas das décadas de 1980 as de 2010, que mostra o meandro em cuja base está Envira, se preparando para o abandono na sua faixa, migrando à direita do ponto em que estava em 1985 com a seguinte evolução: a largura de sua crista diminuiu (de 651,390 metros para 634,125 metros); a largura da sua base aumentou (de 1.403m - 1.511m); o trecho entre a orla e os pontos de inflexão (de 8.588 km, aumento 391 metros). Nessa dinâmica, a orla (parte côncava) é afetada pelas *terras caídas* impactando as estruturas urbanas e às pessoas. Assim, o *ribeirinho envirense* que se considera *dono* de sua terra, para o rio ele não passa de um inquilino efêmero, já que o tempo de sua moradia está na dependência do fenômeno das *terras caídas* e nos elementos da geomorfologia fluvial que vão ser modelados na faixa de meandro.

**Palavras-Chaves:** meandro, erosão, pendúculo, Envira, Tarauacá

### 1. Introdução

O conhecimento adquirido por meio da Ciência, em relação aos sistemas hídricos que modelam as paisagens de áreas urbanas é muito importante, tendo em vista que o acompanhamento da dinâmica fluvial pode ser realizado a partir de um diagnóstico e prognóstico planejado previamente. Planejar ações para lidar com fenômenos conhecidos, a exemplo do processo fluvial (erosão, transporte e deposição) e o meio urbano, evita prejuízos para as infraestruturas, assim como aos habitantes das proximidades. Diante do exposto, verifica-se a importância do conhecimento geomorfológico como o provedor de realizar ações direcionadas aos fenômenos relacionados com os relevos que possam prever situações futuras. A esse respeito Marques (1996) explica: *Para o presente e o passado temos fatos, testemunhos e interpretações que podem consubstanciar projeções para o futuro. E, os diagnosticos e prognosticos tem uma função importante na medida que podem envolver diversos aspectos, entre tais a aplicação de procedimentos de natureza prática, a importância de causas e efeitos e a identificação de tendências.*

Na Amazônia, a maior bacia hidrográfica (BH) do planeta, cujo rio principal é denominado de Amazonas/Solimões, constitui-se por uma extensa e complexa rede de drenagem, entre outras características, a diversidade de tipos de canais fluviais com fisionomias que vão dos retilínios, anostomosados até os meandriformes (CHRISTOFOLETTI, 1980; SUGUIO e BIGARELLA, 1990; ARRIBAS, MOLINA e TORTOSA, 1996; LATRUBESSE, STEVAUX, SINHA, 2005). As tipologias dependendo da morfogenia pode ocorrer uma para cada rio ou em um mesmo canal fluvial os três tipos. O canal principal da Sub-bacia hidrográfica(Sbh) Japurá, na faixa justafluvial esquerda dessa BH tem de montante a jusante feições retilínias, entrelaçadas e a meandriforme. Na faixa justafluvial direita dessa grande BH se encontra Sbh do rio Juruá, constituída por sistemas hídricos cuja tipologia do canal fluvial predominante é do tipo meandrante. Essa malha hídrica modela as suas faixas com sinuosidades (pendúculos) que chegam cerca de 800 metros (da crista a base de um meandro). Um dos afluentes dessa Sbh é o rio Tarauacá, sobre o qual este trabalho aborda, em específico, a evolução de um de seus meandros, por estar na atualidade, abandonando um pendúculo e, para isso migra com o seu talvegue bordejando a orla da cidade de Envira que encontra-se estabelecida na sua faixa de meandro. Assim, essa pesquisa tem por objetivos: Avaliar os impactos da erosão fluvial sobre a cidade de Envira, em decorrência da dinâmica fluvial do rio Tarauacá.

## **2. Área de Estudo**

A cidade de Envira, dista da capital do Amazonas (Manaus) 2.173 km por via fluvial e em linha reta cerca de 1.215 quilômetros. A área limítrofe da zona urbana abrange 7.499,4 km<sup>2</sup>. A população na cidade de Envira é de 10.552 habitantes, com a densidade demográfica de 2,18 habitantes/km<sup>2</sup>. Essa sede municipal (município com o mesmo nome) está situada no sudoeste do Amazonas (Fig. 01), entre as coordenadas geográficas 07°25'58"(S) e 70°01'22"(W).

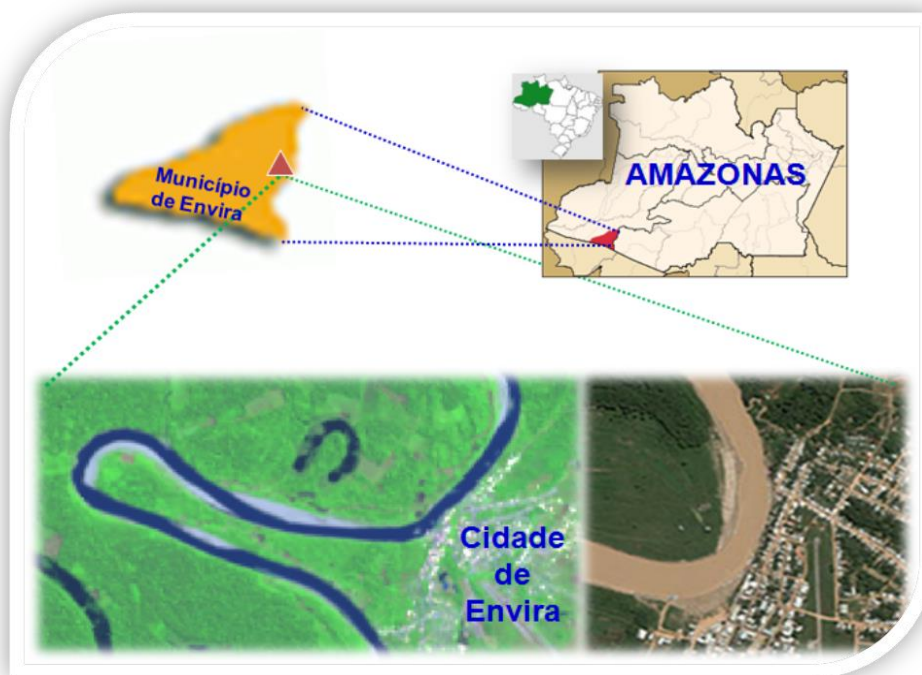


Figura 01 – Mosaico da Área de Estudo: orla da cidade de Envira. (Fonte: org. J. B. Pacheco, 2015)

O município de Envira conta a sua história administrativa, o uso e ocupação da terra e a relação com a rede hidrográfica Tarauacá-Envira. A maior marca sócio-cultural é do povo do nordeste do Brasil, cuja migração adveio do estímulo da extração da borracha (*hevea brasilienses*) na segunda fase aurea, ocorrida no momento da II Guerra Mundial. Após esse período e sem outras atividades de trabalho, essa população continuou adensada nos seringais de propriedade privada, geralmente assentada nas restingas mais altas da faixa de meandros do rio Tarauacá. Quando esse lugar, ocupado por seringueiros e seringalistas foi emancipado em 1955, tornando-se município (IBGE, 2013), passou cinco anos pleiteando o local de sua sede administrativa (Fig. 01). A única área disponibilizada para venda foi um antigo seringal, onde hoje está assentada a cidade (faixa de meandro). Todavia, somente em 1962 é que foram contruídas as primeiras instalações públicas (EPIFANIO, 1993). No decorrer desses mais de 50 anos o rio Tarauacá dinamiza a sua triade fluvial na sua faixa de meandros, ora crescendo um novo percurso em curvas sinuosas, ora abandonando os seus pendúculos.

### 3. Metodologia

O estudo é o resultado do Projeto PIB-H/0015/2014, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas (PIBIC-UFAM). Na execução se aportou no método do *estudo de caso*, por permitir três aspectos básicos na pesquisa científica: a natureza da experiência, enquanto fenômeno a ser investigado; o conhecimento que se

pretende alcançar; e, a possibilidade de generalização de estudos a partir do método. O caso a que se refere é um fenômeno com ocorrência em um dado local (YIN, 2005; DENZIN e LINCOLN, 2000; MERRIAM, 1988). Executou-se as ações a partir dos seguintes procedimentos metodológicos:

ETAPA 01 - Levantamento de bibliografias; visita a campo para o planejamento da aplicação das técnicas de medidas de erosão: na encosta – os pinos de erosão; na faixa justafluvial – Estaqueamento.

Das medidas de erosão fluvial – a metodologia planejada e iniciada foram as seguintes: *técnica de estaqueamento* (Pacheco *et al.*, 1995 e 2013) – constitui-se de estacas, cada uma medindo 1,5 metros que foram afixadas sobre o solo, com intervalos longitudinais em média de 11 metros. Nos pontos obedeceu-se: 3 metros da largura da rua + 5 metros onde a casa ocupa + 2 metros a partir da dianteria da casa e/ou 2 metros no fundo da casa até a borda fluvial do rio Tarauacá. As medidas deveriam acontecer a cada 10 dias que é uma sequência estatística); os *pinos de erosão* (Cunha, 1996) – foram pinados na vertente. Cada um media 0,80cm de comprimento. Entre um pino e outro não se considerou um padrão homogêneo de medida, mas foi considerado os locais identificados com erosão fluvial. Por exemplo: nas residências em risco houve necessidade de colocar dois pinos nas vertentes. \_Esses procedimentos foram realizados na segunda quinzena do mês de novembro de 2014. Todavia a cheia fluvial que iniciou com pulsações atípicas da última semana desse mês e a interdição da Defesa Civil do Amazonas impossibilitou as medidas diretas projetadas para este projeto, mas, não liberando os locais para cumprir essa meta, além do referido regime fluvial ter perdurado com o leito maior ocupado pelas águas até o mês de maio e junho (desceu quase a metade da média de 12 metros para a média de 6,5 metros na régua da Agência Nacional das Águas, instalada no Porto de Envira). Deste modo, optou-se por utilizar o Sistema de Informação Geográfica (SIG); ETAPA 02 - Revisão bibliográfica para base teórica do estudo. Pesquisa de campo para Instalação de pluviômetros em pontos estratégicos; Elaboração de Relatório Parcial; a organização do Sistema de Informação Geográfica da seguinte maneira: composição colorida das bandas 5(R), 4(G), 3(B) LANDSAT 5 e das bandas 6(R), 5(G), 4(B) do LANDSAT 8, ambos com resolução espacial de 30 metros. Depois da composição foi feito o georreferenciamento das imagens com base em uma imagem LANDSAT georreferenciada 2006. No programa SPRING foi realizada a classificação não supervisionada que consiste no processo de usar amostras de identidade conhecida para classificar pixels de identidade desconhecida. Depois executou-se a alocação dos 12 temas gerados na classificação em classes temáticas: floresta, área urbana, solo exposto, rios e lagos, agricultura e pecuária e, área não identificada. Em seguida, procedeu-se a vetorização dos produtos classificados e importação para o aplicativo livre Quantum GIS. No QGIS 2.14 foi selecionado a área de interesse e análise de sobreposição; A ETAPA 03 - Tabulação dos dados obtidos no campo da pesquisa e as respectivas análises à luz dos aportes teóricos.

#### 4. Desenvolvimento

O rio Tarauacá é o canal fluvial principal da microbacia hidrográfica (Mbh) Tarauacá-Envira, com uma área de 53.522 km<sup>2</sup>. Seus principais afluentes são: da faixa justafluvial direita - os igarapés Duas Bocas, Jaminawá, Mercedes, Mato Grosso, São Luis, Apuanã, Joaci, Sacado e rio Muru; e pela faixa justafluvial esquerda - os igarapés São Salvador, Primavera, Katukina, São Joaquim, Fortaleza, Lupuna, Minas, Extrema e Piraj (Vieira, 2002).

A cidade de Envira (Amazonas) está localizada no curso inferior do referido rio, da Mbh Tarauacá-Envira, cujas ocupações distribuem-se na área do meandro que está em processo de estrangulamento e em frente do outro que migra convexamente. Verifica-se que, tanto os dois pontos de inflexões do pendúculo que está sendo estrangulado, como o outro (convexo) mais a jusante acrescendo sua crista em direção a sede urbana (Fig. 02) favorecem a pressão de fluxo aprofundando alveo do canal que bordeja a orla da cidade (Fig. 03). Esse processo mecânico está ocasionando a perda de terras pela erosão fluvial do tipo corrasão, causadora de prejuízos as vias públicas, residências e outras instalações urbanas .

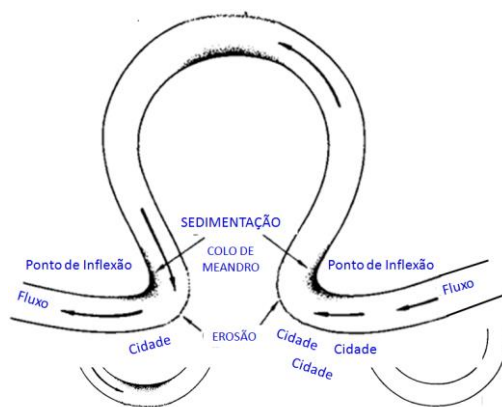


Figura 02 – Representação da cidade na faixa de meandro e a erosão fluvial (Fonte: org. Pacheco, J. B., 2014)

De acordo com o mosaico de imagens de fotografias, LANDSAT5/1985 e a LANDSAT8/2014 (Fig. 03) é possível verificar: nos meados da década de 1980 o processo é configurado por acréscimo na parte externa da direita do pendúculo, de montante a jusante, na parte interna acréscimo na parte superior desse; em 2014 a morfometria do canal dominante é o acréscimo ao próximo pendúculo adjacente que ao ganhar externamente os bancos de depósitos aluviais incide sobre o primeiro causando a perda de sedimentos. O processo faz parte da dinâmica fluvial de rios meandantes.

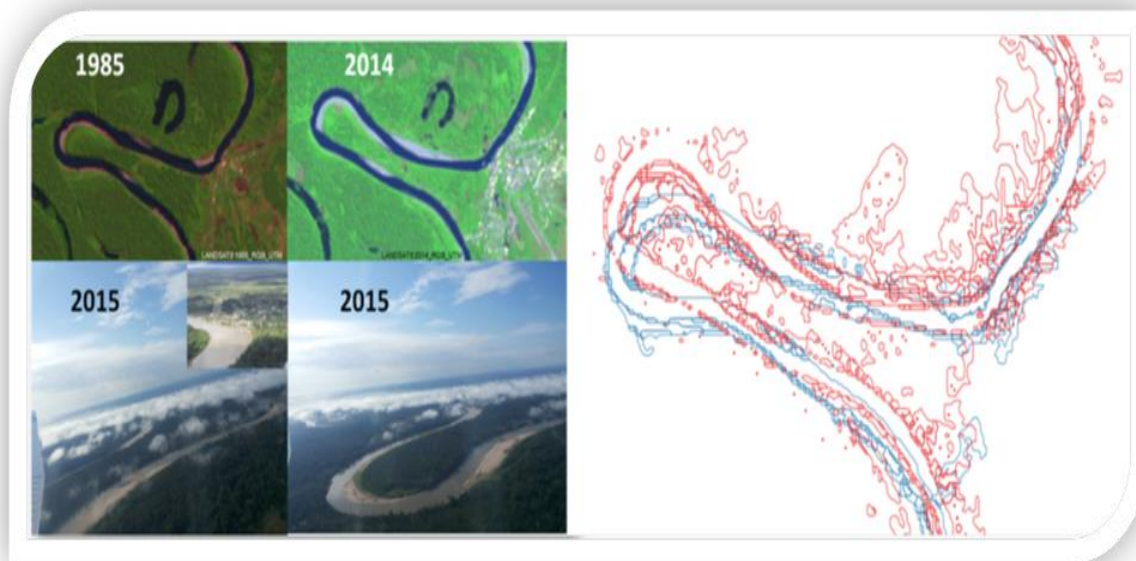


Figura 03 - Mosaico da Evolução do Meandro que acresce em direção da cidade de Envira  
 Fonte: LANDSAT 8 de 1985 e 2014 org. OLIVEIRA, J. H. N. e Fotos de PACHÊCO, Fev/2015

Da configuração analisada nas imagens de 1985 (Fig. 03) a 2014 teve as seguintes características de sedimentação e erosão fluvial (corrasão):

- a) **quanto a variação na largura da crista do meandro** - em 1985 - era de 651,390 metros; em 2006 - a distância era de 595,836 metros, a redução na largura de 55,494 metros; em 2010 - a distância era de 604,191, houve um pequeno aumento na largura, de 8,355 metros, ao comparar com o ano de 2006; em 2014 - largura da crista foi de 634,125 metros, comparando com a do meandro no ano de 1985. A síntese dessas mudanças nesse pendúculo, no ano de 2014, se verifica a redução total de 17,265 metros;
- b) **quanto a largura da base do meandro** - em 1985, a base do meandro era de 1.403 km; em 2006 - a medida foi de 1.149 km, uma redução na largura da base de 254 metros; em 2010 - 1.262 km, com o aumento de 113 metros ao comparar com o ano de 2006; em 2014 - a medida de 1.511 km. Comparando a largura da base do meandro durante esse quatro períodos, verifica-se que houve aumento da largura da base;
- c) **quanto a variação do trecho entre a orla e o furo(comprimento)** - em 1985 - 8.588 km; em 2006 - o comprimento foi de 8.816 km, o aumento de 228 metros; em 2010 - era de 8.877 km, ocasionando um pequeno aumento de 61 metros ao comparar com o ano de 2006; em 2014 - foi de 8.979 km, comparando com 1985, computa o aumento no comprimento do canal de 391 metros.

Partindo do exposto, ressalta-se quanto ao processo erosivo, o qual pode ser indicado com incidência sobre as faixas justafluviais. Logo é um processo natural decorrente da dinâmica

fluvial envolvendo erosão, transporte e deposição, onde são removidos sedimentos inconsolidados das morfometrias côncavas, equilibrando com os depósitos nas partes convexas. Esse processo desempenha um papel importante no controle de largura do canal e nos ajustes do sistema fluvial, contribuindo significativamente para carga de sedimentos e a (re-configuração dos elementos geomorfológicos constituidores das faixas de meandro.

Vários são os fatores já citados em outros estudos os de Pacheco *et al.* (2013) e Carvalho (2006), no que tange a erosão de margem (*terras caídas*) semelhante ao que fora visualizado na área de estudo: os processos erosivos das margens do rio são do tipo desmoronamento, por meio da corrasão e fatores preponderantes como: composição das margens (granulometria, estrutura de sedimentos e propriedades mecânicas do material). Somados a estes, características hidrodinâmicas do fluxo (vazão, transbordamento e oscilação do nível do rio), morfologia da margem (altura, tipo de margem, densidade aparente e teor de matéria orgânica); e características ambientais (Cristofolletti, 1981; Suguio e Bigarella, 1990).

Do ponto de vista da especificidade dos rios de meandro e se atendo em estudos clássicos como o de Sternberg (1957), o processo que ocorre no rio Tarauacá é semelhante aos outros da mesma categoria meandrica. Só haverá modificação se acontecer alguma interferência da engenharia ou outra ação antrópica que possa perturbar a dinâmica fluvial.

Deste modo, um dos fatores contribuintes para a formação de meandros são os relevos planos onde estão modelados estes (faixa de meandro), com equilíbrio entre erosão, transporte e sedimentação. Assim há uma forte tendência de rios meandantes dissipar a energia de superfície nos períodos em que os caudais são maiores (cheias fluviais). Por outro lado, a velocidade do fluxo de corrente gera o maior impacto na parte externa do que na parte interna do meandro. Essa ação da corrasão apresenta tendência nítida e constante para erodir na referida faixa e, em consequência ocorrerem os depósitos de sedimentos na faixa justafluvial oposta, o que conduz ao pronunciamento de nova assimetria do meandro. Em razão disso, o curso fluvial tem tendência para se deslocar na direção da margem côncava do meandro.

Analizando os processos hidrológicos, na Figura 03 mostra o resultado da dinâmica fluvial de migração do canal de escoamento do rio Tarauacá, especificamente no meandro convexo que acresce e, no côncavo onde está a orla da cidade de Envira. Observou-se ainda que a frequência de ocorrência dos processos erosivos apresenta relação com a dinâmica do rio, que por sua vez, atua de forma significativa na esculturação aluvial, onde a infiltração da água nos poros, entre as partículas dos sedimentos inconsolidados, eleva a massa e, por consequência intensifica o efeito da gravidade, concorrendo para o desequilíbrio local.

A geomorfologia do canal do rio Tarauacá delinea um complexo e dinâmico sistema em constante transformação, influenciado por diversos fatores naturais (climatológico, geológico,



hidrológico, entre outros). Tal correlação existente neste sistema provoca intensas alterações na paisagem e, mormente no cotidiano das populações ribeirinhas, residentes nas margens destes rios e até mesmo da cidade.

Suguio e Bigarella (1990) elucidam o trabalho que os rios executam para manterem em equilíbrio a capacidade e a competência de um lado com a quantidade e granulometria da carga detrítica do outro, para assim resultar toda a extensão do perfil longitudinal destes. Dando enfoque às duas possibilidades: modificações na morfologia e declividade do canal, caso a capacidade e a competência sejam maiores que as necessárias para o transporte, ou, modificando a forma e a declividade do canal, caso ambas sejam menores que as requeridas para o transporte de carga. Cabendo assim, o perfil de equilíbrio de um rio está influenciado por fatores relacionados ao volume, carga da corrente, declividade (Pacheco et al.1995 e 2014).

Cabe ressaltar que foram coletados os índices de precipitação pluvial na parte atingida pelas *terras caídas*, no entanto, ao cruzar os dados foi observado que a maior ou a menor intensidade não reflete a relevância direta no aceleração da erosão fluvial, pois conforme já descrito a cidade está em uma faixa de meandro no curso inferior do rio Tarauacá que ficou pouco menos de 100% coberta pelas águas do rio Tarauacá de novembro até maio de 2014 (cheia fluvial).

Após análise, constata-se o deslocamento dos meandros rio Tarauacá de maneira natural (dinâmica fluvial), como consequência, provoca o desconforto pela deposição e com a presença de bancos arenosos impeditivos à navegabilidade ou pela erosão fluvial que leva as pessoas em busca de alternativas para permanência no local. Diante da resistência das pessoas (comerciantes, residentes) em saírem do local, a Secretaria de Meio Ambiente do Município e os técnicos da Defesa Civil do Estado do Amazonas, interditaram todas as áreas de risco a partir do estudo que delimitou de cinco setores considerados de risco alto, muito alto e com inundações (cheia fluvial) na cidade de Envira (Tabela 01).

Tabela 01 – Quadro com os dados identificados como área de riscos

LOCAL	NÚMERO DE SETOR	TIPOLOGIA
Santa Rita – Rua do Furo	AM_EN_SR_01_CPRM	Inundação e deslizamento
Final da Rua 31 de Janeiro	AM_EN_SR_02_CPRM	Inundação e deslizamento
Orla – Centro da cidade	AM_EN_SR_03_CPRM	Deslizamento
Centro – Igarapé do Buriti	AM_EN_SR_02_CPRM	Inundação e deslizamento
Área do Igapó	AM_EN_SR_05_CPRM	Inundação

Fonte: Defesa Civil do Estado do Amazonas/ Secretaria de Meio Ambiente do Município de Envira, 2014

Também fazem parte das áreas de risco, por isto foram interditados de acordo com relatório da Comissão Municipal de Defesa Civil (COMDEC): a orla do porto da cidade; a Praça 19 de Dezembro; 28 estabelecimentos comerciais.

Sendo assim, COMDEC, em parceria com a secretaria municipal de Meio Ambiente de Envira cadastraram as famílias nas áreas de risco de inundação da cidade: bairro de Santa Rita - rua Vereador Nelson Bastos, 40 famílias, com 200 pessoas; no Centro da cidade - rua José Carneiro (11 famílias com 51 pessoas), avenida Joaquim Borba (8 famílias com 40 pessoas), rua Coronel Leopoldo (13 famílias com 60 pessoas); o bairro da Várzea (local com maior quantidade de famílias em risco) - rua Manoel Tavares (14 famílias com 62 pessoas), rua Agnelo Ferreira (8 famílias com 37 pessoas), rua Luisinha Paiva (43 famílias com 212 pessoas), rua Iracema Menezes (186 famílias com 924 pessoas), rua Ninfa Montefusco (28 famílias com 108 pessoas). Totalizaram 1.694 pessoas distribuídas em 351 famílias cadastradas em áreas de vulnerabilidade e risco (Fig. 04).



Figura 04 – Locais da cidade Envira onde a pressão da convexidade do meandro provoca erosão fluvial.  
Fonte: Google Earth. Janeiro/2015; <http://enviranoticias.com.br/> . Agosto de 2014

Fatores antropogênicos, mesmo em pequena escala, aceleram esses processos. Dentre estes fatores se destacam: trânsito de embarcações de grande porte geradoras de *banzeiros* que solapam as estruturas constituintes das faixas justafluviais; desmatamento para fins de cultivo e habitações nas bordas do rio. O colapso de material detrítico vem ser outra evidência de geração do desprendimento das áreas marginais em forma de blocos como ressalta Mota (2001) e

Carvalho (2006). Rebelo (2010) afirma que os riscos naturais estão relacionados direta ou indiretamente com a natureza, ao qual o homem pode designar um papel importante no aumento da vulnerabilidade do risco.

Diante desse conflito entre as pessoas e a funcionalidade natural do sistema hídrico do rio Tarauacá foi diagnosticado em frente da cidade de Envira diversos impactos decorrente de erosão de margem (*terras caídas*) como: perda de propriedade; mudança de residência; risco de morte; dificuldade de embarque e desembarque; construção de escadas em função da dificuldade de acesso pela perda de material; perda de canoas e risco a navegação. Além das mudanças na paisagem, problemas das perdas de: a) plantação; b) *desabamento* de estrada; c) queda de poste de energia; d) cercas; e) casas de farinha; f) sanitários. Este último impacto é muito grave, pois, nas propriedades não existe sistema de esgoto sanitário, geralmente fica localizado no fundo do terreno das casas, é aberto em forma de um buraco no chão cercado de madeira, sendo coberto de zinco.

Partindo do exposto, tira-se como prognóstico de que a erosão fluvial não acontece apenas em rios de meandros, porém, a erosão de margem ocorre em grande escala em rios de água branca com padronagens distintas, tributários de diversas hierarquias de bacias hidrográficas como a do rio Amazonas/Solimões e outras, como mostram vários trabalhos de autores entre os quais: Franzinelli e Igreja estudou o rio Negro (1990); Ashbridge (1995) - no rio Culm; Mota (2001) - no rio Riacho Fundo – Distrito Federal; Fontes (2002) - rio São Francisco; Souza (2004) - rio Paraguai; Araújo e Rocha (2009)- Córrego do Cedro (SP).

## 5. Considerações finais

O estudo proposto teve a grande contribuição da Defesa Civil do Estado do Amazonas chamada pelo poder público municipal para contribuir com o levantamento dos problemas provocados pela cheia fluvial a partir de dezembro de 2014 no município de Envira. Assim, os pontos de erosão fluvial demarcados por este estudo antes do trabalho dos técnicos da citada instituição serviram para indicarem os locais de risco.

Como maior causa das *terras caídas* se prognosticou a pressão realizada por um pendúculo convexo que cresce sobre a orla da cidade de Envira que, se encontra nos colos do meandro côncavo que se prepara para ser abandonado na sua faixa de meandro.

As outras causas são ínfimas quando comparadas a dinâmica fluvial do rio Tarauacá como: os esgotos e o caminho das chuvas que na maioria procura o gradiente dos igarapés Buriti, São Francisco para o seu escoamento. Por outro lado, a cidade tem consequências sérias pelas perdas de suas infra-estruturas urbanas públicas e as particulares, pois, as pessoas resistem na retirada de seus prédios das áreas de riscos de deslizamentos especificamente no período da cheia

fluvial, tendo em vista que na vazante fluvial há depósito lateral que breca por esse tempo. Desse modo, é possível caracterizar que a cidade de estudo pode ser considerada uma área de risco natural ambiental suscetível a fenômenos naturais.

Levando em consideração áreas semelhantes já publicadas em outros trabalhos e citadas, a erosão das margens raramente resulta de um único processo, e sim de uma combinação de fatores como: geológicos, climáticos, neotectônicos, pedológicos, geomorfológicos, estruturais e em menor escala os fatores antropogênicos, que causam impactos socioambientais aos que habitam nas faixas justafluviais de rios.

Assim, o *ribeirinho envirense* se considera dono de sua terra, no entanto para a natureza ele não passa de um inquilino efêmero, pois, quem decide o tempo de sua moradia é o rio, por meio do fenômeno natural das *terras caídas* e das *restingas* que vão sendo acrescentadas na faixa de meandro. Sabe-se que é no espaço geográfico que ocorre às manifestações da natureza em detrimento das atividades humanas. Por consequência, *somos seres agentes* atuantes e modificadores do espaço geográfico. Neste sentido, deve-se procurar construir um mundo mais ético e menos desigual onde o ambiente físico e pessoas sejam reciprocamente respeitados.

## 6. Referências bibliográficas

- Arribas, J.; Molina, M. D.; Tortosa, A. (1996). Ambientes de sedimentación) procedencia y diagénesis de depósitos de ríos meandriiformes desarrollados sobre playa-lakes. Mioceno de la Cuenca de Loranca (provincias de Cuenca y Guadalajara). *Cuadernos de Geología Ibérica*, Servicio de Publicaciones. Universidad Complutense, Madrid, n. 21, 319-343.
- Carvalho, J. A. L. de (2006). *Terras Caidas e Consequencias Sociais: Costa do Miracauera-paraná do Trindade, município de Itacoatiara – AM, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Manaus(AM): Programa de Pós-Graduação Sociedade e Cultura na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas.
- Christofolletti, A. (1981) Geomorfologia Fluvial. São Paulo: Blücher.
- Cunha, S. B. da (1996). Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J. T. (Eds.). *Geomorfologia: exercícios e aplicações*. Rio de Janeiro (RJ): Bertrand Brasil. p.157-189.
- Epifanio, J. L. (1993). Breve estudo da história de Envira. Disponível em: <http://joapil.blogspot.com.br/p/breve-estudo-da-historia-de-envira.html> Acessado em: 19/03/2014
- Governo do Estado do Acre/Promotorias Especializadas de Defesa do Meio Ambiente das Bacias Hidrográficas do Juruá, do Tarauacá-Envira, do Purus, do Alto Acre e do Baixo Acre (2008). *Caracterização Socioambiental das Bacias Hidrográficas do Estado do Acre*. [online] Disponível: <http://www.mp.ac.gov.br/wp-content/files/Imagem02.pdf>. [Acessado em 18 de março de 2014]
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013). *Histórico Envira – Amazonas*. IBGE. Disponível em: <http://www1.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?lang=&codmun=130150> Acessado em:
- Latrubesse, E.M.; Stevaux, J.C.; Sinha R. (2005). Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. 6 (01), 01-18.
- Lima, C. C. U. de (2008). *Curso básico de hidrologia*. Salvador (BA): Governo do Estado da Bahia - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos/ Instituto de Gestão das Águas e do Clima/Universidade Popular das Águas – Unihidro/Iica – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. outubro.

Marques, J. S. (1996). Ciência Geomorfológica. In: Cunha, S.B. Da; Guerra, A.J. T. (Eds.). *Geomorfologia: exercícios e aplicações*. (pp.25-54). Rio de Janeiro (RJ): Bertrand Brasil.

Pachêco, J. P.; Brandão, J. C. M.; Oliveira, J. A. (1995). “Terras Caídas” e conseqüências sociais: caso paraná do Curari. In: *Jornada de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas*. Manaus. Relatório de Iniciação Científica/PIBIC-UFAM. 86 p.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_.: Carvalho, J. A. L. de (2014). As estratégias das famílias Amaznicas e as Terras Caídas do Curari (Amazonas-Brasil): entre as décadas de 1970-1990. In: *XIV Colóquio Ibérico De Geografia- 'A jangada de pedra. Geografias Ibero-Afro-Americanas*, Guimarães (Portugal):Campus de Azurm/DGEO, 11 a 14 nov.

Sternberg, H.O. (1957). A proposito de meandros. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 19(4), 477-499, out./dez.

## AMBIENTES E DOMÍNIOS DO RELEVO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO SERGIPE

H. M. Araújo<sup>(a)</sup>, R. Cruz<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/ Universidade Federal de Sergipe-Brasil  
heliomarioaraujo@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGEO/Universidade Federal de Sergipe-Brasil  
dacruz.rafael@yahoo.com.br

### Resumo

As evidências científicas até então constatadas, mostram que as oscilações do nível marinho foram fundamentais na evolução das planícies costeiras brasileiras. O presente estudo teve como objetivo geral analisar os ambientes e domínios do relevo inseridos na planície costeira do Sistema Hidrográfico do rio Sergipe, na compreensão de que eles constituem espaços territoriais que guardam certo grau de homogeneidade fisionômica, como reflexos naturais de energia e matéria entre seus componentes e das inserções humanas por meio de atividades econômicas e sociais ao longo da história. Na realização da pesquisa, utilizaram-se distintos procedimentos metodológicos, associados a diferentes etapas, destacando-se prioritariamente o levantamento bibliográfico e cartográfico, bem como o trabalho de campo. Assim, a área que abrange esta unidade geomorfológica enquadra-se na classe de paisagem regressiva, com predominante grau de antropização muito forte, sendo atualmente drenada pelo rio Sergipe e seus variados tributários, entre eles os rios Cotinguiba, Poxim, Sal, Pomonga e Parnamirim.

**Palavras chave:** Planície costeira; Domínios ambientais; Quaternário costeiro e Sistema hidrográfico do rio Sergipe.

### 1. Introdução

As evidências científicas até então constatadas, mostram que as oscilações do nível marinho foram fundamentais na evolução das planícies costeiras brasileiras. E segundo estudiosos do assunto, tais oscilações chegaram a ser atribuídas ao período Terciário, mas posteriormente foram relacionadas ao Quaternário Recente, inicialmente, estudadas sob o ponto de vista essencialmente geomorfológico (SUGUIO, 1985).

No estudo geomorfológico da Bacia Costeira e/ou Sistema Hidrográfico do rio Sergipe, optou-se pela divisão da área em ambientes e domínios do relevo, compreendendo que eles constituem espaços territoriais que guardam certo grau de homogeneidade fisionômica, como reflexos naturais de energia e matéria entre seus componentes e das inserções humanas por meio de atividades econômicas e sociais ao longo da história. Pois, além de facilitar o conhecimento dos processos interativos sociedade-natureza, representa uma importante ferramenta para o planejamento e para a gestão ambiental. Além disso, para o uso racional do meio ambiente local, torna-se necessário um levantamento integrado dos seus recursos naturais, estabelecendo ao mesmo tempo relações com outros elementos da paisagem em que se insere.

Assim, o conhecimento dos fatos geomorfológicos e de seus mecanismos de evolução, no contexto do sistema ambiental físico onde o modelado é entendido como resposta à interação dos componentes naturais (clima, vegetação, litologia, entre outros) conduz a identificação de áreas de equilíbrio precário ou desequilíbrio ambiental, surgidas devido ao antropismo. Neste sentido, consideraram-se aqui as características mais relevantes da natureza e da sociedade da área de estudo, através dos níveis taxonômicos centralizando-se as análises dentro dos limites que a escala de trabalho permitiu situando-se na dupla perspectiva do tempo e do espaço.

## **2. A unidade Geomorfológica Planície Costeira**

A Planície Costeira, presente na área da bacia, é resultado da complexa interação dos fatores climáticos, litológicos, tectônicos e da ação do oceano sobre o continente. Ao longo de sua evolução geomorfológica, apresenta processos agradacionais superiores aos degradacionais que culminaram com a geração e construção de formas favorecidas pelas condições marinhas regressivas associadas às variações relativas do nível do mar e da contínua atuação dos processos A morfogenéticos durante o Quaternário.

Na região Nordeste do Brasil, as planícies costeiras são geralmente estreitas, confinadas entre o mar e a escarpa de depósitos sedimentares do Grupo Barreiras. Seguindo o modelo clássico das costas que avançam em direção ao oceano (DOMINGUEZ *et al.*, 1992), essa unidade de paisagem ocupa uma faixa alongada e assimétrica no sentido NE-SW ao longo do litoral, abrangendo áreas dos municípios de Aracaju, Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas. Acha-se constituída por sedimentos marinhos, fluviais e continentais, estando limitada na parte continental, pelas vertentes do Grupo Barreiras, aparecendo em alguns setores, remanescentes de antigas falésias testemunhando um episódio transgressivo mais antigo (interglacial *Mindel-Riss*) que erodiu a parte externa do grupo. O limite entre essa planície e a plataforma continental é marcado pela linha de Costa.

Enquadra-se na classe de paisagem regressiva, com predominante grau de antropização muito forte, face as grandes transformações em função das modificações históricas para ocupação dos sítios urbanos, principalmente o de Aracaju cujo crescimento da sua área física foi realizado através de cortes de aterros de mangues para loteamentos, projetos imobiliários, industriais, turismo e construção de estradas, e que ainda guarda o maior estoque de terrenos para atendimento às demandas do atual e futuro crescimento da cidade, conduzido em grande parte, pela dinâmica imobiliária impulsionada pelo avanço da segunda residência ou ocupação de veraneio, refletindo a estratificação socioeconômica verificada através do seu padrão estético-construtivo e do seu ordenamento espacial.

Uma característica marcante dessa unidade geoambiental é a vulnerabilidade a ocupações desordenadas, devido, sobretudo, ao baixo suporte geotécnico, à existência de ecossistemas frágeis e juridicamente protegidos de locais onde a modelagem atual se processa de forma intensiva, instável e mutante (WANDERLEY, 1998). Esta vulnerabilidade é própria das unidades de paisagem morfológica localizadas na Planície marinha, diretamente atingida pelo confronto de forças eólicas, fluviais e hidráulicas de mar aberto ou de embocaduras, e menos apropriada à Planície Flúvio-marinha, domínio recuado e protegido nos estuários, onde a maior fragilidade ambiental deve-se à presença de ecossistemas como manguezais, restingas e matas.

Encontra-se drenada pelo rio Sergipe e seus variados tributários, entre eles os rios Cotinguiba, Poxim, Sal, Pomonga e Parnamirim, os quais têm contribuído para a sedimentação quaternária, destacando-se na paisagem morfológica os ambientes fisionômicos homogêneos constituídos pelas praias, campos eólicos, estuários, terraços marinhos e vários domínios do relevo associados decorrentes das condições ambientais variáveis durante o Quaternário.

## **2.1. Taxonomia dos Domínios Ambientais**

### **2.1.1. Ambiente Praial**

Duas zonas dividem o ambiente praial na bacia: a praia ou zona intertidal menor (*foreshore*), exposta durante a maré baixa e submersa no decorrer da maré alta, e pós-praia ou zona intertidal maior (*backshore*), que se estende acima do nível normal da maré alta, inundando-se com as marés altas excepcionais de sizígia geralmente nos meses de março e setembro quando atingem aproximadamente 2,5 (dois metros e meio) de altura ou pelas ondas durante as tempestades (CHRISTOFOLETTI, 1980). Posicionando-se atrás do estirâncio, essa região é geralmente trabalhada por outros agentes, sobretudo pelo vento e águas correntes, por vezes fazendo parte de sua constituição litológica minerais provenientes de outras áreas. Essa zona pode ser constituída por uma ou mais superfícies, aproximadamente horizontais, denominadas de plataforma de tempestade (*berm*).

Esse ambiente apresenta-se recoberto por areias quartzosas marinhas sem o desenvolvimento de horizontes, localmente marcado pela presença de restos de plantas, grânulos e fragmentos de conchas que se concentram comumente ao longo das marcas de deixa.

A Bacia Costeira engloba diversas praias com padrão de arrebatamento de ondas do tipo deslizante ou progressivo devido a configuração topográfica de baixa declividade da plataforma continental. Na extensão da linha de praias localizam-se a dos Artistas, Atalaia Velha, Cinelândia e Aruanda (em Aracaju), Atalaia Nova, da Costa, do Jatobá e do Porto (na Barra dos Coqueiros), destacando-se, pelo maior uso, ocupação e frequência populacional, as sete



primeiras. Essas praias apresentam características morfológicas que variam com o decorrer do tempo e com as condições dos agentes responsáveis pelos seus depósitos, de maneira que não fogem às regras da variabilidade comuns às praias em geral. O material disponível para o transporte marinho provém diretamente da erosão da planície arenosa costeira adjacente, dos cursos d'água existentes na área e da plataforma continental.

Nas últimas décadas do século XX, aumentou consideravelmente as interferências antropogênicas nos suprimentos sedimentares da Praia dos Artistas no bairro Coroa do meio, notadamente em 1983 com a construção do sistema de enrocamento para conter o processo erosivo natural e na Atalaia Nova, fato constatado no início de 1990, com a construção do molhe, em aproximadamente 1.200m, na desembocadura do rio Sergipe (margem esquerda), onde a corrente de deriva litorânea, predominante de Nordeste (NE) para Sudoeste (SW), é interrompida, provocando um acúmulo de sedimentos à barlar da desembocadura. Em decorrência dessa obra de engenharia no canal fluvial, o trecho a sotamar desestabiliza-se e as ondas prosseguem retirando areia da praia que tem de se acomodar a um perfil mais magro, vulnerável a um reajuste erosivo por ação das ressacas, nas meso-marés de sizígia equinociais (Figura 1).



FIGURA 1 – Curso inferior do rio Sergipe próximo à foz estuarial – margem direita (Bairro Coroa do Meio – Aracaju), observa-se o sistema de enrocamento construído em 1983 para a contenção do processo erosivo natural.

Créditos: Lineu Lins e Mauricio, 2000.

### 2.1.2. Domínio Estirâncio

Compreende a zona frontal da praia entre os batentes de preamar e baixa-mar. Esse domínio da paisagem costeira, exposto durante a maré baixa, está diretamente relacionada a estabilidade do atual nível do mar, exibindo feições acumulativas muito simples e não estáveis consequentes dos mecanismos hidrodinâmicos costeiros, da atividade bioquímica e da permanente sedimentação (Figura 2).



FIGURA 2 – Ambiente praial exibindo o estirâncio e as praias dos Artistas e Atalaia Velha.

Fonte: Prefeitura de Aracaju, 2000.

Esse domínio, bem caracterizado no ambiente praial está coberto por depósitos areno-quartzosos bem selecionados de granulação variada (fina, muito fina e média), apresentando coloração branca e ocre. Observa-se o traçado espacial de estruturas sedimentares de estratificação laminar desenvolvidas pela ação das ondas através dos movimentos de fluxos e refluxos no baixo declive do estirâncio. Esse contínuo movimento forma laminações paralelas como reflexo da dinâmica ambiental que também contribui para o acúmulo alternado e rítmico de grãos arenosos finos e grossos muitas vezes formando laminações claras e ocasionalmente escuras mostrando a seleção mineralógica, dominando nos constituintes claros o quartzo, que além de possuir grande distribuição geográfica entra na composição de numerosas rochas eruptivas, metamórficas e sedimentares, e nas escuras, os minerais pesados.

### 2.1.3. Ambiente Eólico

As dunas móveis inseridas nos municípios mais litorâneos da Bacia Costeira, Aracaju e Barra dos Coqueiros, estão constantemente sujeitas ao trabalho do vento com principal atuação no sentido leste-oeste, onde a dinâmica é marcada pelo transporte gradativo de partículas arenosas para o interior da área. Essas partículas são transportadas por saltação-rolamento com predomínio sobre o declive a barlavento, e pelo deslizamento superficial nas encostas dunares a sotavento promovendo, no mais das vezes, a formação de pequenas bacias de deflação (Figura 3).

Encontram-se dispostas em faixas que apresentam traçado sinuoso, variando em altura, largura e porte horizontal. Constituem depósitos instáveis, sendo bastante ativas, por vezes semi-fixadas parcialmente por vegetação de restinga arbustiva-arbórea de variada densidade, ocorrendo em situações isoladas espécies pioneiras de pequeno porte nas proximidades de sua superfície.

As dunas fixas ou paleodunas geralmente formam faixas quase contínuas e, outras vezes, mantém-se isoladas apresentando na paisagem aspecto morfológico de morro e/ou colina, colonizadas por vegetação típica de coqueirais e gramíneas espontâneas, ou gramíneas espontâneas e ervas típicas dos ambientes terrestres marinhos (Figura 4).



FIGURA 3 - Dunas móveis semi-fixadas parcialmente por vegetação (praia do Jatobá – município de Barra dos Coqueiros/SE).

Créditos: Hélio Mário de Araújo e José Wellington Carvalho Vilar, 2007.



FIGURA 4 - Duna Fixa totalmente vegetada com aspecto morfológico de morro (praia do Porto no município de Barra dos Coqueiros/SE).

Créditos: Hélio Mário de Araújo e José Wellington Carvalho Vilar / 2007.

Quanto à fauna no ambiente particular de dunas e restingas, encontram-se alguns répteis tipo camaleão (*Iguana iguana*), papa vento (*Anolis sp.*), teiú (*Tupinambis teguixim*) e lagartixas (*Tropidurus spp.*). Estudos mais recentes não constataram ligações entre as aves e as dunas, mesmo aquelas mais vegetadas, uma vez que as aves observadas têm preferência por coqueirais e árvores frutíferas. A biodiversidade específica das dunas está limitada pela exiguidade de restingas arbustivas-arbóreas.

#### 2.1.4. Ambiente Estuarial

Interposto entre os depósitos quaternários, o estuário do rio Sergipe definido em função dos níveis médios de penetração da maré e ocorrência de manguezal, abrange uma extensão de 44km da confluência com o rio Jacarecica, em Riachuelo, até a embocadura entre as cidades de Aracaju e Barra dos Coqueiros. Além dessas cidades, estão na sua região de influência as cidades de Laranjeiras, Maruim, Santo Amaro das Brotas e Nossa Senhora do Socorro (Figura 5).



FIGURA 5 – Configuração atual da foz do rio Sergipe.

Créditos: Lineu Lins e Maurício, 2000.

Com a expansão urbana acelerada, a região estuarina no entorno de Aracaju vem enfrentando níveis crescentes de degradação ambiental, sobretudo no que pese a poluição hídrica, pois além dos despejos industriais, grande parte de esgoto *in natura* atinge os estuários dos rios Sergipe e Poxim, através das ligações sanitárias lançadas nos canais Santa Maria, Anízio Azevedo e Tramanday, sem contar, o efluente da Estação de Tratamento do Esgoto de Aracaju, lançado diretamente no estuário do rio do Sal.

No que pese a evolução geomorfológica da embocadura do canal do rio Sergipe e das terras situadas na sua área de influência, observa-se que a atual configuração decorre, sobretudo, da interferência dos agentes naturais, desde tempos pretéritos, e dos agentes antropogenéticos em tempos mais recentes. Antes de 1823, a barra do rio Sergipe era ampla, sendo a foz mais recuada do que a atual, face à inexistência do bairro Coroa do Meio e parte do bairro Atalaia Velha a partir do hotel Beira Mar com inserção do Jardim Atlântico, em cujo lugar ocupavam as águas marinhas. Após 1894, com o fechamento da barra do sul naturalmente provocou o



alongamento de um canal estreito ou braço de estuário, ao norte, junto ao Pontal do Propriá, posteriormente chamado de Atalaia Nova, quando se estabeleceu a embocadura atual.

### **2.1.5. Ambiente dos Terraços Marinhos**

Os depósitos marinhos mapeados ao longo da costa do Estado de Sergipe, correspondentes à penúltima e última transgressões (LIMA *et al.*, 1982, BITTENCOURT *et al.*, 1982) apresentam características sedimentológicas e geomórficas idênticas às observadas nos depósitos correlatos mapeados por Bittencourt *et al.* (1979) e Martin *et al.* (1980a) ao longo da costa do Estado da Bahia, sendo neste aspecto, “notável a perfeita continuidade espacial que se observa entre a distribuição desses terraços na região estudada e na costa do Estado da Bahia, só interrompida, localmente, pelos cursos de água” (BITTENCOURT *et al.*, 1983, p. 94).

#### **2.1.5.1. Domínio dos Terraços Marinhos Pleistocênicos**

Na Bacia Costeira encontram-se dois níveis de terraços arenosos com características marinhas. O primeiro nível que identifica esse domínio, de idade pleistocênica, é representado por terraços topograficamente mais altos, cujo topo varia como regra entre 8 e 10 metros acima do nível da atual preamar. São depósitos constituídos pelas areias cinza claro, bem selecionadas, com granulometria representada pelos componentes areias fina e muito fina, de intervalos entre 2 a 3Ø e 3 a 4Ø.

Estão bem localizados no sopé das vertentes do Grupo Barreiras, dispostos sub-horizontalmente, delimitados por um rebordo de terraço ligeiramente inclinado onde em certas partes, são recortados por canais de drenagem que sulcam os flancos do planalto dissecado esculpido no referido Grupo. Segundo Bittencourt *et al.* (1983), ocasionalmente podem ser observados em sua superfície indícios de antigas cristas de cordões litorâneos. Esses sedimentos arenoquartzosos deram origem ao Espodossolo Córbito, solo que apresenta intensa lixiviação no período chuvoso (outono-inverno) e rápido ressecamento no período de estiagem.

#### **2.1.5.2. Domínio dos Terraços Marinhos Holocênicos**

Esse domínio que constitui o segundo nível de terraços marinhos, é encontrado ao longo de toda a faixa costeira da bacia hidrográfica em apreço, com maior expressividade nos municípios de Aracaju, Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas. Estão dispostos na parte externa dos terraços marinhos pleistocênicos, com poucas elevações e topo variando de poucos centímetros a basicamente quatro metros acima do nível da atual preamar.

São depósitos litologicamente constituídos de areias litorâneas, bem selecionadas, com grãos de tamanho homogêneo, predominando areia fina de intervalo 2 a 3Ø, entremeadas de conchas marinhas e tubos fósseis de “*callianasa*” e geradas durante a regressão subsequente à última transgressão, apresentando, por vezes, na superfície, contínuas cristas de cordões litorâneos paralelos entre si.

### 2.1.5.3. Domínio de Cordões Litorâneos

Sucedem-se linearmente, associados a antigas linhas de praias, apresentando depressões intermediárias, as quais em decorrência das chuvas abundantes que caem durante o outono-inverno formam lagoas, e no verão dão lugar a brejos, áreas inundáveis em processo de colmatção. Esses cordões são geralmente dispostos em forma de feixe, muitas vezes chamando a atenção pela uniformidade e paralelismo.

Arranjados numa sucessão contínua de lineamentos paralelos à costa, são indicativos da constante variação do nível do mar ao longo do tempo geológico, representando pequenas variações em curtos intervalos de tempo (WANDERLEY, 1998). Segundo Cunha (1980) esse paralelismo e uniformidade em maior escala indicam a estabilidade da costa.

A distância relativa entre os cordões é de cerca de 100m, e o desnivelamento entre as cristas e as cavas varia de 1 a 4m. São, por vezes, superficialmente argilosos nas cavas (Figura 6).



FIGURA 6 - Vista aérea da zona de expansão Urbana de Aracaju: 1 – Sucessão de Cordões Litorâneos; 2 – Paleolagunas e lagoas; 3 – Aterramentos e Ocupação Urbana. Fonte: SEPLAN, 2007.

#### **2.1.5.4. Domínios dos Terraços Flúvio-Marinhos**

Estão mais bem representados na foz dos rios que drenam a área da Bacia Costeira, evidenciados localmente pela expressividade areal. São de topografias planas resultantes da associação de processos fluviais e marinhos, sujeitas à ação das marés. Ocorre geralmente nos vales afogados (rias), coincidindo com a cobertura de mangues. Um exemplo bem característico refere-se à planície flúvio-marinha influenciada pela ação da maré que avança sobre os estuários dos rios Poxim e Sergipe, em Aracaju, apresentando ocorrências de manguezais sobre os depósitos argilo-siltosos das margens e sobre os bancos do seu leito, que aumentam após os bairros Jabotiana e São Conrado, chegando ao Conjunto Augusto Franco e bairro Inácio Barbosa com expressiva ocorrência dessa vegetação em suas margens. Essa planície termina na Av. Beira Mar, logo após o Parque dos Cajueiros, na chamada maré do apicum, formada por antigo braço do rio Sergipe, onde ocorre a confluência do rio Poxim com este rio, construindo, nessa área, um cone de deposição de sedimentos trazidos pelo estuário para facilitar, com seu aterro natural, a colonização dessa planície pelos manguezais.

#### **2.1.5.5. Domínio dos Terraços Fluviais**

São de pequena expressão espacial e distribuem-se ao longo dos cursos dos rios que drenam a Bacia Costeira, caracterizando-se como áreas eminentemente planas, geralmente sujeitas às inundações e eventualmente contendo um nível de terreno mais baixo. Os terraços fluviais localizam-se na foz dos rios, a exemplo do Sergipe, e se apresentam com patamares esculpidos pela ação fluvial, com declives voltados para o leito. São encontrados nos baixos cursos de drenagem, associados às fases de afogamento por transgressão e regressão marinhas, datadas do Quaternário Recente.

#### **2.1.5.6. Domínio de Planície de Maré Inferior (Slikke)**

Essa planície de maré margeia principalmente os baixos cursos dos rios Sergipe, Poxim e do Sal e está recoberta pelos manguezais, com exceção apenas das estruturas de produção de sal de cozinha, nas proximidades do rio do Sal, implantadas nas décadas de 1940 e 1950, às custas da erradicação dos mangues aí existentes. Porém, nos idos dos anos de 1980 as salinas foram desativadas para dar lugar a criatórios de peixes, sendo estes também desativados em meados da década de 1990. Com a desativação dessas atividades a área ficou totalmente abandonada, sendo que no lado de Aracaju, dentro dos compartimentos contornados pelos diques argilo-arenosos, teve lugar o ressurgimento de mangues. Ao mesmo tempo, neste local próximo da pista da Av. Euclides Figueiredo, populações de baixa renda invadiram os terrenos e construíram barracos

que, aos poucos, evoluíram para habitações de alvenaria sem as mínimas condições de saneamento. Dentro da nova política habitacional brasileira, o Governo do Estado em parceria com a Caixa Econômica Federal vem ocupando parte dessa área nas proximidades da ponte que dá acesso ao Conjunto Marcos Freire com a construção de casas populares para atender a população de baixa renda e assim contribuir para o decréscimo do déficit habitacional, diminuindo a existência de habitações improvisadas ou rústicas, a coabitação familiar involuntária e o ônus excessivo com aluguel.

Especialmente esse domínio forma, na confluência do rio do Sal com o rio Sergipe, extensa superfície em ambas as margens. Com a expansão urbana de Aracaju, grande parte desse domínio associado ao rio Sergipe desapareceu junto com os Terraços Marinhos, de modo que após o bairro Porto Dantas ele se estreita na direção do bairro Industrial, desaparecendo no Centro da cidade, para retornar mais adiante associado ao rio Poxim nas proximidades do Parque dos Cajueiros (Figura 7- A e B).



FIGURA 7 - A e B – Planície de maré inferior na margem direita do rio Sergipe (Aracaju / bairro 13 de Julho).

Crédito: Hélio Mário de Araújo, 2014.

#### 2.1.5.5. Domínio de Planície de Maré Superior (Schorre)

A planície de maré superior compreendida entre o nível médio das preamares de sizígia e o nível médio das preamares equinociais, ocupa posição topográfica mais alta, com um substrato apresentando maior percentagem de sedimentos arenosos.

No interior do manguezal, à margem direita do rio Parnamirim, próximo à confluência com o rio Pomonga, foram mapeadas por Souza (2006) algumas manchas de apicuns que reproduzem um ambiente de planície de maré superior. A vegetação herbácea restringe-se à presença de *Sporobulus virginicus* e *Salicórnia*.



### 3. Considerações finais

A geomorfologia da área da bacia costeira do rio Sergipe, deve ser entendida levando-se em consideração a atuação dos diferentes aspectos relacionados aos efeitos paleoclimáticos, as oscilações eustáticas, as influências litológicas e estruturais e a própria dinâmica atual através dos processos interativos associados ao meio natural, desde tempos pretéritos e antrópico, em tempos recentes.

A planície costeira, desenvolvendo-se a leste da Formação Barreiras, constitui um compartimento litorâneo, onde episódios de oscilações climáticas e de variação do nível do mar contribuíram essencialmente para a sua evolução. A variedade de ambientes e domínios existentes nessa unidade geomorfológica como visto, refletem a atuação de processos continentais e morfogenéticos marinhos relacionados a importantes episódios transgressivos e regressivos que afetaram a costa leste brasileira durante o período Quaternário.

### 4. Referências

- BITTENCOURT. (1979). Quaternary marine formations of the coast of the State of Bahia (Brazil). *International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary*. 232-253.
- BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. (1982). Dados preliminares sobre a evolução do delta do rio São Francisco/SE-AL durante o quaternário: influência das variações do nível do mar. *Anais do Simpósio do Quaternário no Brasil*. IV, 49-68.
- BITTENCOURT. (1983). Evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe e da costa sul do Estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Geociências*, 13(2), 93-97.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980). *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P., MARTINS, L. (1992). Sobre a validade da utilização do termo delta para designar planícies costeiras associadas às desembocaduras dos grandes rios brasileiros. 32, 1992, Salvador. *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*. (2), 49-58.
- LIMA, B. C. C., et al. (1982). Projeto turfa na faixa costeira Bahia-Sergipe. *Relatório integrado, CPRM*.
- MARTIN, L., BITTENCOURT, A. C. S. P. VILAS BOAS, G. S., FLEXOR, J. M. (1980a). *Texto explicativo para o mapa geológico do Quaternário costeiro do Estado da Bahia – escala 1:250.000*.
- WANDERLEY, L. de Lins. (1998). *Litoral sul de Sergipe: uma proposta de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável*. Tese de doutoramento. Rio Claro: IGCE/UNESP.

## EXPANSÃO URBANA SOBRE O RELEVO E A PAISAGEM DA VILA LORENZI, SANTA MARIA/RS

A. T. Scalamoto<sup>(a)</sup>, B. S. P. Souza<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Maria  
angelita.scalamoto@gmail.com

<sup>(b)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Maria  
bernardosp@yahoo.com.br

### Resumo

O processo de expansão urbana, que vem ocorrendo no Brasil a partir da década de 1960, também é observado em Santa Maria/RS e vem refletindo na configuração da paisagem atual. A pesquisa tem como objetivo refletir acerca das alterações na paisagem em decorrência da expansão urbana e, para isto, propôs-se realizar o estudo geomorfológico da vila Lorenzi – Santa Maria/RS. A descrição geomorfológica da área foi realizada com base em Gomes (2013) e Nascimento (2015), além da Carta Geotécnica de Maciel Filho (1990), que contribuiu para a descrição da geologia do lugar. Para a compartimentação geomorfológica da área, utilizou-se a proposta taxonômica de Ross (1990), até o 5º táxon. A análise geomorfológica identificou que a área está dividida em duas unidades morfológicas: colinas onduladas alongadas e planícies fluviais as quais revelam as alterações na paisagem em decorrência da ocupação irregular sem um devido planejamento.

**Palavras chave:** Ocupação Irregular. Paisagem. Relevo. Urbanização.

### 1. Introdução

Compreender o espaço geográfico, através de um estudo integrado, permite verificar as alterações provocadas pela expansão urbana, porquanto, a evolução do mundo moderno atribui papéis significativos às cidades.

À medida que se desenvolve o processo de urbanização, o homem altera a paisagem, gerando problemas ambientais, o que compromete a qualidade de vida dos moradores desses espaços urbanos. Alterações provocadas na paisagem, tais como retirada da vegetação, das camadas superficiais de solo, da construção de casas, do traçado de vias de circulação e as modificações dos elementos naturais, como dos cursos fluviais, vêm refletindo na configuração do relevo atual.

Ou seja, as transformações realizadas pelo homem na paisagem afetam a funcionalidade do sistema e podem ocasionar a degradação ambiental no espaço, sendo necessário conhecer as potencialidades dos recursos assim como suas fragilidades.

Conforme destaca Suertegaray (2001), a Geografia é uma área do conhecimento que sempre buscou a compreensão da relação do homem com seu entorno natural, sendo necessário

perceber que esse lugar se apresenta cheio de significados e alterações. Com isso, cabe aos ramos da Geografia estudá-lo como a Geomorfologia.

Segundo Ross (1992: 1), a Geomorfologia [...] tem suas bases conceituais nas ciências da Terra, mas fortes vínculos com as ciências humanas, à medida que pode servir como suporte para entendimento dos ambientes naturais, onde as sociedades humanas se estruturam, extraem os recursos para a sobrevivência e organizam o espaço físico-territorial.

Conforme Fugimoto (2008: 96), a análise geomorfológica “consiste na identificação e mapeamento das formas de relevo, baseada no aspecto fisionômico destas, no seu significado morfogenéticos e nas influências estruturais e esculturais”. Um estudo geomorfológico contribui para conhecer o terreno e realizar um planejamento sobre sua ocupação e exploração.

O presente estudo tem como objetivo, refletir sobre as alterações na paisagem em decorrência da expansão urbana e, para isso, propõe-se realizar o estudo geomorfológico da área urbana localizada na vila Lorenzi – Santa Maria/RS. A presente área passou por um processo de ocupação irregular a partir da década de 1990. Com a expansão urbana e o acelerado crescimento populacional a partir da década de 1960, os espaços urbanos da cidade de Santa Maria cresceram de forma acelerada, e a população de baixa renda foi comprimida nas áreas periféricas da cidade. Com isso, o espaço urbano passou a ser fragmentado e articulado, como refere Corrêa (2004), reflexo e condicionante social da interação espacial, resultante de ações acumuladas através do tempo.

Com esse crescimento populacional urbano, as ocupações irregulares começam a se difundir pelo espaço, muitas vezes construindo suas casas em áreas irregulares, alterando esses espaços e criando novas formas devido a sua utilização. A população, ao construir suas moradias nesses espaços, provoca sérios problemas ambientais e alterações no relevo, por isso, propõe-se estudar a área e identificar suas características físicas, a fim de obter conhecimento sobre sua paisagem e fornecer subsídios ao poder público para o planejamento ambiental e orientar o uso adequado para a ocupação do solo.

## **2. Materiais e Método**

### **2.1 Área de Estudo**

O município de Santa Maria situa-se entre as coordenadas geográficas: 29°39'53" e 29°43'56" de Latitude Sul e 53°50'22" e 53°50'00" de Longitude Oeste, posição que o situa no centro do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área de 1.781,757 Km<sup>2</sup>.

A área de estudo está localizada na Região Administrativa Sul de Santa Maria/RS, no bairro Lorenzi, conforme ilustra a Figura 1. A partir do ano de 1990, a Prefeitura Municipal de Santa

Maria iniciou a construção da escola municipal de ensino fundamental do Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente “Luizinho de Grandi”, cuja denominação é Escola Municipal de Ensino Fundamental junto ao Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente “Luizinho de Grandi” (EMEFj/CAIC “Luizinho de Grandi”), inaugurada no ano de 1996, constituindo, a partir desse período, uma das maiores alterações na paisagem.

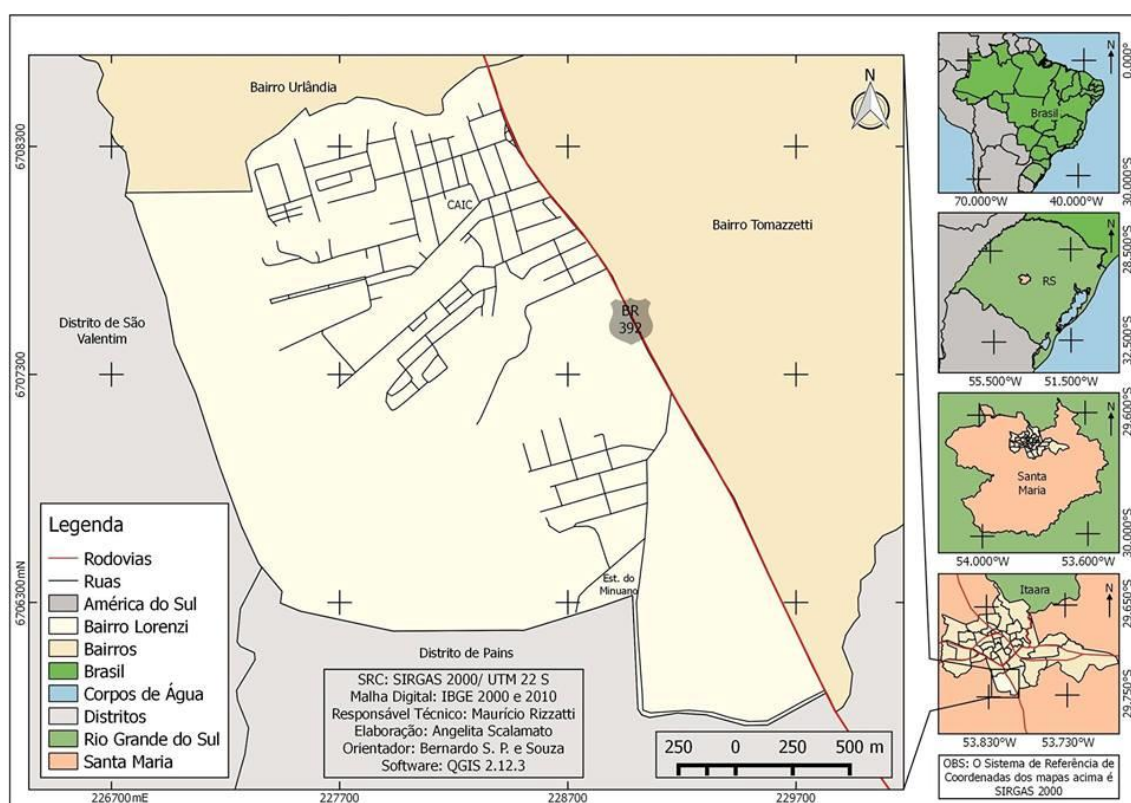


Figura 1 - Mapa de localização do Bairro Lorenzi - Santa Maria/RS

## 2.2. Procedimentos metodológicos

Este estudo foi realizado a partir de um levantamento bibliográfico, que constituiu a busca de materiais referentes à urbanização de Santa Maria, mais especificamente da vila Lorenzi. Para a descrição geomorfológica da área de estudo, baseou-se nos trabalhos de Gomes (2013) e Nascimento (2015).

As contribuições trazidas por Maciel Filho (1990) foram utilizadas para a análise geológica da área. Também, fez-se uso dos estudos da compartimentação geomorfológica, embasada na proposta taxonômica de Ross (1992), com base no aspecto fisionômico das formas de relevo que permitiu a definição de diferentes níveis de compartimentação para a área de estudo.

A segunda parte constituiu a interpretação dos materiais obtidos, os quais foram analisados e organizados para que os objetivos da pesquisa fossem alcançados. Por último, a elaboração da interpretação dos resultados. O mapeamento geomorfológico foi realizado até o 5º Táxon.

Os materiais utilizados na pesquisa compreendem: carta topográfica do exército em escala 1:25.000 de Santa Maria – SE (SH.22. V.C. IV/1-SE) e a Carta de Unidades Geotécnica de Santa Maria, elaboradas por Maciel Filho (1990) na escala 1:25.000

A seguir, serão descritos os principais resultados obtidos da análise de dados que caracterizam a paisagem da área de estudo.

### **3. Resultados e Discussões**

No Brasil, segundo Brito (2012), o processo de urbanização teve início na década na 1940 e intensificou-se rapidamente a partir de 1970. Segundo o IBGE, a população urbana era de 41,2 milhões de habitantes em 1940, passando para 52.084.984, em 1970. Esse crescimento populacional fez com que as cidades se expandissem e o território foi ocupado, alterando a paisagem do lugar.

O processo de urbanização vivido por Santa Maria não foi diferente do que aconteceu no Brasil, passando, na descrição de Gomes (2013), “de 47.904 habitantes na década de 1960 e [atingindo] 248.347 habitantes em 2010”. As condições básicas para moradia foram oferecidas para quem morava no centro urbano da cidade e, à medida que a cidade foi se expandindo, essas condições não foram oferecidas de igual forma. Nos dias atuais, o número aumentou significativamente, apresentando 261.031 habitantes (IBGE/Censo 2010) e constituindo a 5ª maior cidade do estado do Rio Grande do Sul.

Com a expansão urbana e o acelerado crescimento populacional a partir da década de 1990, os espaços urbanos da cidade de Santa Maria cresceram de forma acelerada, e a população de baixa renda foi segregada nas áreas periféricas da cidade, construindo suas casas em áreas irregulares, como margens de arroios ou encostas de morros.

Essas interferências urbanas, iniciaram um processo de alteração dos espaços, modelando as formas de relevo devido a sua utilização. Nesse sentido, Fugimoto (2008) especifica que novas formas são criadas ou construídas na medida em que o homem vai ocupando esse espaço.

A área de estudo apresenta uma população total de 5.621 habitantes (IBGE, 2010), distribuídos numa área de 4,87 Km<sup>2</sup>, apresentando, assim, uma densidade demográfica de 1.153 hab./km<sup>2</sup>. A vila Lorenzi possui um crescimento desordenado, que ocupou, primeiramente, as áreas de colinas suaves e, a partir da década de 1990, passou a ocupar as planícies fluviais de forma irregular.

Para verificar as alterações que ocorreram na paisagem da área de estudo, fez-se necessário o mapeamento geomorfológico que utilizou a proposta taxonômica do relevo descrita por Ross (1992), bem como a sua classificação baseada nos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura (Ross, 1990)

Segundo Ross (1990), “morfoestrutura são de diferentes origens e idades [...] e morfoescultura correspondem ao modelado ou à tipologia de formas geradas sobre uma ou várias estruturas através da ação exogenética [...] Desse modo, a concepção de morfoescultura refere-se às formas menores do relevo, enquanto as morfoestruturas referem-se às formas particularmente grandes”.

A cidade de Santa Maria, mais especificamente o bairro Lorenzi, está inserida na compartimentação do relevo proposta por Ross (1992) e, para isso, utilizou-se a classificação de cinco táxons conforme representada na tabela I.

Com base nessa classificação, a cidade de Santa Maria/RS está inserida na unidade morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná (1º Táxon), que segue o mapa das Grandes Estruturas do Território Brasileiro publicado em Ross (1995).

O 2º Táxon refere-se às Unidades Morfoesculturais e está inserida na unidade denominada Depressão Periférica Sul-rio-grandense, cuja área não apresenta grandes variações altimétricas, suas altitudes são inferiores a 110 metros o que Nascimento (2015) considera como “as amplas e alongadas formas de topos convexos ou planos, cujas encostas caem suavemente em direção aos vales, [...] Essas formas de relevo são conhecidas, regionalmente, como coxilhas”.

<b>Unidades Morfoestruturais</b> 1º Táxon Bacia Sedimentar do Paraná	
<b>Unidades Morfoesculturais</b> 2º Táxon Depressão Periférica Sul-rio-grandense	
<b>Unidades Morfológicas</b> 3º Táxon	
<b>Denudação (D)</b>	<b>Agradacionais (A)</b>
Unidades dos Padrões de Formas: Colinas Suaves	Unidades dos Padrões de Formas: Planícies Fluviais
<b>Conjunto de Relevo</b> 4º Táxon	
Padrão em Forma de Colinas planas de lamito e arenito (Dp)	Padrão em Forma de Planícies Fluviais (Apf)
<b>Unidades de Vertentes</b> 5º Táxon	
Relevo suavemente ondulado com topos planos e vertentes convexas (vc) suaves.	Relevo plano, associado a rede de drenagem com vertentes retilíneas alongadas (vr).

Tabela I Classificação do relevo vila Lorenzi - Santa Maria/RS

Fonte: adaptado de Nascimento, 2015. Org.: SCALAMATO, A.T. (2016)

A área de estudo, segundo Maciel Filho (1990), localiza-se sobre Formação Santa Maria, com composição na Era Mesozoica, Período Triássico, Litologia composta do Membro Passo das Tropas.

Ainda, conforme o mesmo autor, a formação Santa Maria engloba o Membro Passo das Tropas que apresenta a composição: “Arenitos Feldspáticos Grosseiros, com estratificação cruzada acanalada na base, seguidos de siltitos arenosos roxo-avermelhados de ambiente fluvial, além de arenitos finos e siltitos laminados, de cor rosa e lilás, de ambiente flúvio-lacustre” e apresenta vegetação campestre.

O Membro Passo das Tropas é uma unidade com facilidade erosiva, formando caneluras nos barrancos e ravinas em beira de estradas devido à retirada da vegetação.

Conforme Nascimento (2015), o relevo da área caracteriza-se como de “topografia suave, de coxilhas baixas, com declividades inferiores a 6% e altitudes que não ultrapassam 110 metros”

O 3º Táxon consiste na identificação das formas geneticamente que foram ou estão sendo formadas por processos denudacionais (D) ou agradacionais (A), sendo que os denudacionais formam o relevo por processos de esculturação, e os agradacionais por acumulação de sedimentos.

Ao analisar o 3º Táxon, a vila Lorenzi está inserida nas Unidades de Colinas – D – (Membro Passo das Tropas) e Unidades de Planícies Fluviais – A – (próximo ao arroio Cadena) e sua gênese está associada à deposição de sedimentos fluviais, recentes, o que Gomes (2013) descreve que a diferença entre as duas formas de relevo se dá pela diferença de altimetria, conforme Figura 2.

O 4º Táxon está representado pelas formas individuais, indicadas no conjunto e está representado pelas letras minúsculas, com topos planos (p) e formas de planícies fluviais (pf). Os processos associados a esta forma de relevo estão relacionados aos processos erosivos e de acumulação nas áreas mais baixas.

A Unidade de topo plano (Dp), onde está localizada a vila Lorenzi, caracteriza-se, conforme Nascimento (2015), “por apresentar morfologias muito suave de topos planos e vertentes suaves, com predomínio da declividade média inferior a 6%”. Nessa área, ocorrem poucas alterações, nota-se uma compactação do solo devido às construções de casas e ao arruamento e pequenos sulcos erosivos nas áreas de declives após fortes eventos chuvosos.

As Planícies Fluviais (Apf) compreendem áreas formadas por depósitos recentes, ocorrendo o processo de acumulação desses materiais nos períodos de cheias. Segundo Nascimento (2015), “As cotas altimétricas máximas não ultrapassam os 80 metros e as declividades predominantes são inferiores a 2%.

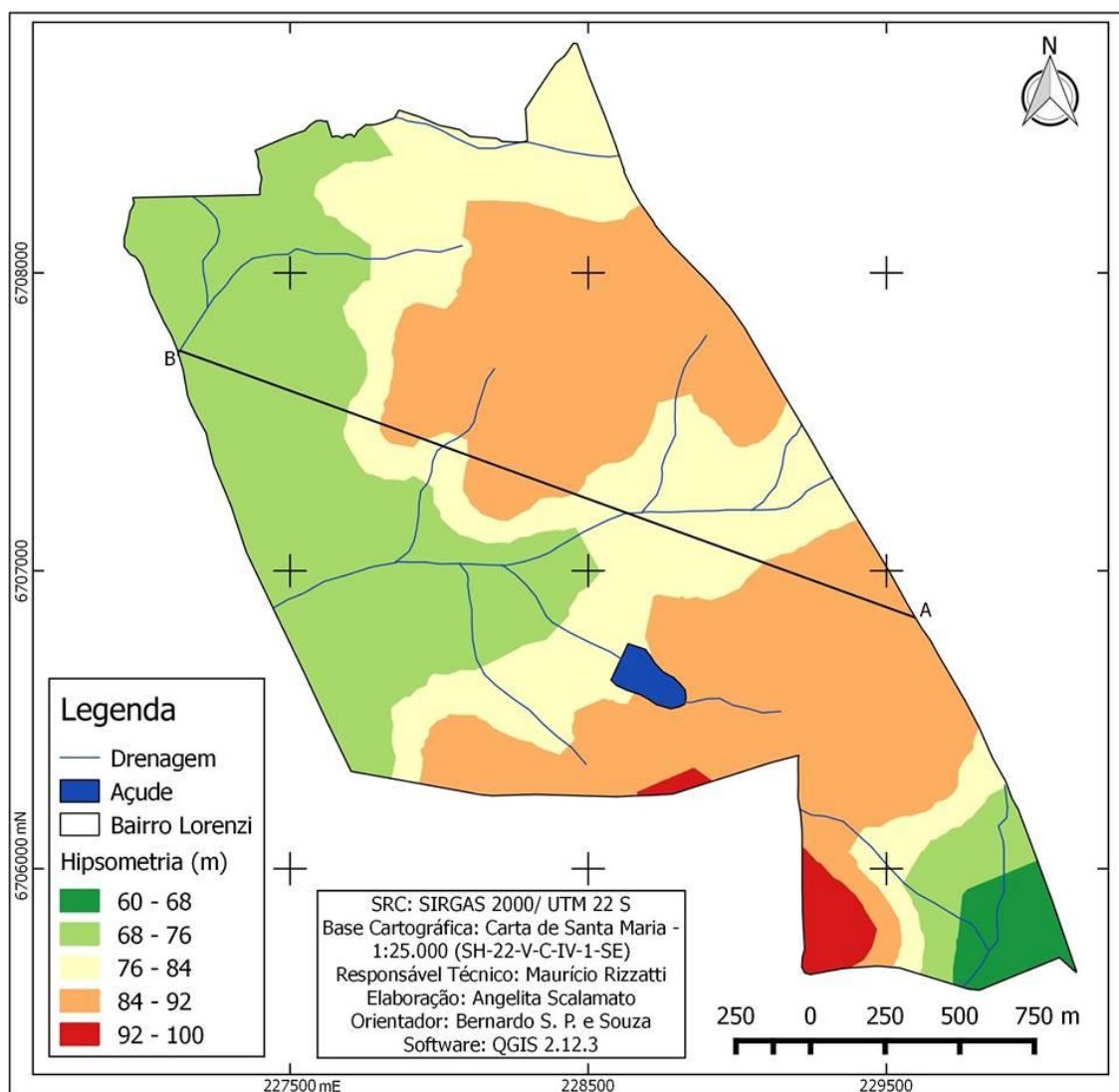


Figura 1 - Mapa Hipsométrico do Bairro Lorenzi - Santa Maria/RS

O 5º Táxon corresponde às unidades de vertentes que pertencem a cada forma individualizadas do relevo e possuem dimensões menores do relevo e, portanto, são de gênese e idade mais recentes. Ross (1992) descreve que os setores de vertentes podem ser convexos, retilíneos, planos, abruptos ou côncavos. A análise desse Táxon ocorreu a partir da construção do perfil topográfico, retirado da unidade morfoescultura individualizada no 2º Táxon. A unidade de vertente está representada na figura 2 por um traço retilíneo na cor preta, identificado com as letras A-B e traçado sob a área de ocupação irregular, localizada na vila Lorenzi.

O perfil topográfico A-B, traçado no sentido sudeste-noroeste da porção sul da Unidade Morfoescultural da depressão Periférica Sul-rio-grandense (Figura 3), abrange a forma de relevo com topos convexos e de planícies fluviais. Nas porções mais elevadas, em torno de 80 a 93 metros, o predomínio de colinas onduladas alongadas e as vertentes são convexas e retilíneas, pois sofrem erosão.



Nas porções mais baixas, nas áreas de planícies fluviais (Apf), pertencentes à rede de drenagem do arroio Cadena e seus tributários, na área em questão, observam-se superfícies retilíneas relativamente longas, com as menores altitudes, com (69 metros) que são coletoras de água inundação fluvial.

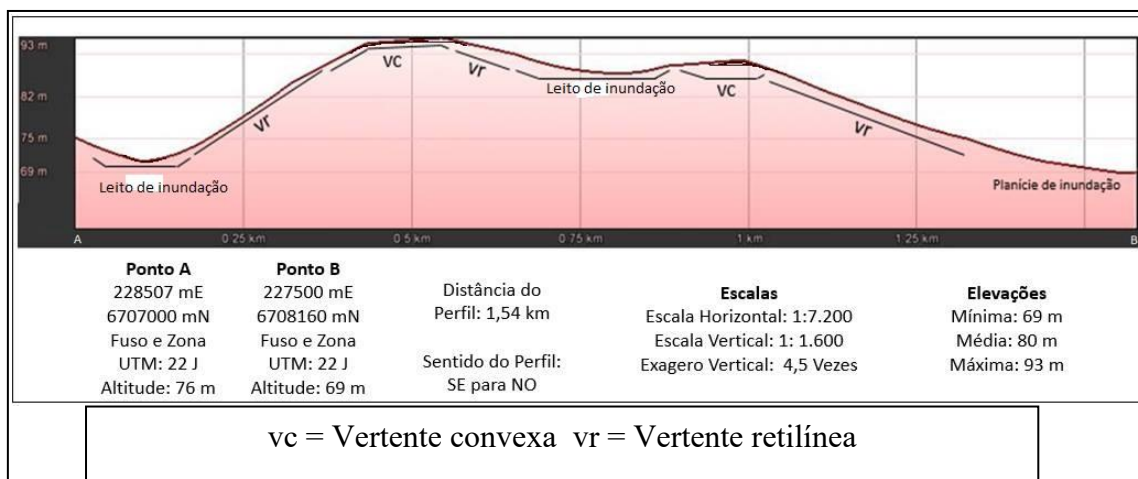


Figura 3 - Perfil topográfico A-B

Fonte: Carta Topográfica de Santa Maria (SH.22.V.C.IV/1-SE)

Org.: Scalamoto, A. T.

A área está associada a uma declividade muito baixa ( $< 2\%$ ), suscetível a inundações e processos geomorfológicos relacionados à dinâmica pluvial, porquanto as águas acabam por extravasar, alagando ruas e áreas próximas, como pode ser observado nas figuras 3 e 4.



Figura 3: Avenida Sol Poente – vila Lorenzi

Fonte: Trabalho de campo realizado pela autora em abril de 2014.



Figura 4: Avenida Sol Poente – Alagamento

Fonte: Trabalho de campo realizado pela autora em julho de 2015.

A expansão urbana sobre as formas de relevo alterou a paisagem do lugar, ocasionando nas áreas de colinas suaves, poucas alterações geomorfológicas. Porém, observa-se que o principal problema detectado na área foi a modificação da planície fluvial do arroio Cadena devido à ocupação irregular.

A alteração da paisagem ocorreu com a construção de casas, com o traçado das ruas, com a retirada da vegetação, entre outros, fazendo com que surgisse o risco de inundação.

#### **4. Considerações Finais**

Com o objetivo de refletir sobre as alterações na paisagem em decorrência da expansão urbana, fez-se necessário um estudo geomorfológico da área maior, o bairro Lorenzi, para assim compreender especificamente a geomorfologia da vila Lorenzi e investigar as implicações ambientais decorrentes do processo de ocupação que ocorreu nessa área.

A área de estudo está localizada na unidade morfoescultural da Depressão Periférica Sul-riograndense, com topografia suave, marcada pela presença de colinas, alongando-se para as áreas de planície fluvial, que, devido à baixa capacidade de drenagem, provoca acúmulo de água, caracterizando, assim, como o principal risco geomorfológico detectado na área.

As primeiras áreas a serem ocupadas foram as de colinas suaves, nas proximidades da rodovia 392 e com altitudes em torno de 90 metros, nos modelados de dissecação do relevo. Na década de 1990, a partir da construção da Escola Municipal de Ensino Fundamental junto ao Centro de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente “Luizinho de Grandi”, a planície do arroio Cadena passou a ser ocupada de forma irregular e os compartimentos do relevo foram modificados, com a expansão urbana, tornando a área vulnerável a alagamentos.

A vila Lorenzi apresenta particularidades no relevo que requerem ser respeitadas, e para isso o processo de ocupação deveria ser planejado e os poderes públicos não deveriam permitir a ocupação da planície fluvial, devido aos riscos de inundação na área, que atingem os moradores que ali estão sem as devidas condições mínimas de infraestrutura.

O estudo geomorfológico mostrou-se importante para verificar as potencialidades e fragilidades do ambiente, permitindo que a área passe por uma intervenção adequada a sua paisagem.

#### **5. Bibliografia**

BERTRAND, G. (1972). *Paisagem e Geografia Física Global*. Caderno de Ciências da Terra. Universidade de São Paulo. São Paulo: Instituto de Geografia.

BRASIL. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico.

- BRITO, Fausto Alves, Breno Aloísio T. Duarte de Pinho. (2012). *A dinâmica do processo de urbanização no Brasil, 1940-2010*. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR.
- CORRÊA, Roberto Lobato. (2004). *O Espaço Urbano*. 4 ed. São Paulo: Ática.
- FUJIMOTO, Nina Simone Vilaverde Moura. (2008). *Alterações Ambientais na Região Metropolitana de Porto Alegre – RS: Um Estudo Geográfico com Ênfase na Geomorfologia Urbana*. In NUNES, João Osvaldo Rodrigues e ROCHA, Paulo César. *Geomorfologia: Aplicação e Metodologia*. (p.95-115). 1ª Edição. São Paulo. Expressão Popular: UNESP.
- GOMES, Tania Cristina. (2013). *Crescimento Urbano sobre os Comportamentos de Relevo no Município de Santa Maria, RS*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GUERRA, Antônio Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. (2006). *Geomorfologia ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- MACIEL FILHO, Carlos Leite. (1990). *Carta Geotécnica de Santa Maria*. Santa Maria: Imprensa Universitária – UFSM.
- MACIEL FILHO, Carlos Leite. (1990). *Carta Geológica de Santa Maria (1:25.000)*. Santa Maria: Imprensa Universitária – UFSM.
- NASCIMENTO, Marilene Dias do. (2015) *Impactos socioambientais e percepção da paisagem em locais de forte fragilidade ambiental na cidade de Santa Maria/RS*. Tese de Doutorado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. LEI COMPLEMENTAR Nº 042. Disponível em: <http://www.santamaria.rs.gov.br/docs/2010/ArqSec60.pdf> Acesso em 25 de setembro de 2015.
- ROSS, Jurandys Luciano Sanches. (1990). *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. São Paulo: Contexto.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches (1992). *O Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo*. Revista do Departamento de Geografia. [Online] nº 6. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/viewFile/47108/50829> [Acesso em: 25 de janeiro de 2016]
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches (org.) (1995) *Geografia do Brasil*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- ROSSI, Daiane Silveira e WITTER, Nikelen Acosta (2012). Um Projeto de Saneamento para Santa Maria na Década de 1910 e o Contexto Nacional. XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão: Aprender e Empreender na Educação e na Ciência. Volume 3 <http://www.unifra.br/eventos/sepe2012/Trabalhos/6175.pdf>
- SOUZA, Bernardo Sayão Penna e (2001). *A Qualidade da Água de Santa Maria/RS: uma análise ambiental das sub-bacias hidrográficas dos rios Ibicuí Mirim e Vacacaí Mirim*. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes (2001). *Espaço Geográfico Uno e Múltiplo*. [Online] nº 93 Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-93.htm>. [Acesso em 26 de janeiro de 2016]

# ANÁLISE DE LINEAMENTOS DA REDE DE DRENAGEM NA CHAPADA UBERLÂNDIA-UBERABA, TRIÂNGULO MINEIRO-MG: SUBSÍDIOS A CARACTERIZAÇÃO MORFOESTRUTURAL

V. B. Moreira<sup>(a)</sup>, A. Perez Filho<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP  
viniciusmoreira@ige.unicamp.br

<sup>(b)</sup>Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, UNICAMP  
archi@ige.unicamp.br

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo identificar e mapear segmento retilíneos e moderadamente curvos da rede de drenagem na chapada Uberlândia-Uberaba, extraíndo suas direções preferenciais e áreas de adensamento. Para tal, foi realizada reconstituição da rede de drenagem, por meio de cartas topográficas e aplicada a técnica de identificação de lineamentos por sensores remotos, por meio das imagens sombreadas geradas pelo modelo digital de elevação (MDE) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) em ambiente (SIG). Os resultados obtidos permitiram a elaboração de mapas de lineamento, densidade e diagramas de rosácea, que em conjunto, foram correlacionados com a litologia e estrutura da região do Triângulo Mineiro, tendo como principal direção WNW-ESE, contribuindo com a caracterização morfoestrutural da região.

**Palavras chave:** Lineamentos, Caracterização Morfoestrutural, Chapada Uberlândia-Uberaba, SIG.

## 1. Introdução

Os Canais fluviais, que em conjunto, formam a rede hidrográfica superficial, cumprem papel fundamental na esculturação do relevo, possuindo padrões e formas características intrínsecas aos processos endógenos, que lhes dão forma e direção, sendo uma delas as feições lineares.

De acordo com Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007), “lineamentos consiste em feições lineares topográficas ou tonais observáveis por imagens fotográficas, que podem representar descontinuidades estruturais”. Em outra interpretação, os lineamentos da rede de drenagem são descritos como seguimentos retilíneos ou moderadamente curvos, que se apresentam em forma de ranhuras no relevo, caracterizado por vales fluviais lineares, observáveis através de sensores orbitais, não orbitais e trabalhos de campo (MOURA e MARQUES NETO, 2015). Destaca-se que neste trabalho somente serão analisados os lineamentos de cursos d’água, desconsiderando os lineamentos de interflúvio ou de cristas.

Faz-se necessário distinguir a diferença entre lineamentos estruturais e sistemas de falhas, pois em imagens de sensores remotos, as feições são muito parecidas e podem gerar dúvidas quanto a interpretação (CORREIA E FÔNSECA, 2010). De acordo com Veneziani (1987) as zonas de falha podem dar origem a vários lineamentos paralelos e subparalelos, consistindo em várias

fraturas associadas a uma zona de falha, apresentando apenas um sentido distinguível nas imagens de sensores remotos. Por outro lado, os lineamentos não se restringem a um único movimento tectônico ou direção, pois são resultados de diferentes ciclos tectônicos e controle litológico, que afetaram uma determinada área possuindo amplas direções.

Os lineamentos da rede de drenagem são elementos importantes para a caracterização morfoestrutural de determinada região, pois os cursos d'água são primordialmente direcionados pela estrutura, respondendo imediatamente a qualquer processo de deformação crustal, modificando sua direção e fluxo, adaptando-se as novas condições ambientais, deixando cicatrizes no relevo passíveis de interpretação e diagnóstico (ETCHEBEHERE, 2000).

O objetivo deste trabalho consiste em, identificar lineamentos da rede de drenagem, áreas de adensamento e suas direções preferencias, utilizando-se cartas de topográficas para reconstituição da rede de drenagem e imagens sombreadas, geradas pelo MDE SRTM em ambiente SIG, correlacionando-as com a litologia e eventos tectônicos regionais, que deram origem ao arranjo morfoestrutural regional, influenciando na atual disposição da rede de drenagem.

## **2. Caracterização da área de estudo**

As Chapadas configuram-se como unidades de relevo que possuem baixa densidade de drenagem, topos aplainados, baixa declividade e solos mal drenados. Estas características associadas a vegetação e litologia definem estas como, grandes unidades de relevo, divisores de águas na região do Triângulo Mineiro (FELTRAN FILHO, 1997). A chapada Uberlândia-Uberaba possuidora destas características, localiza-se no Estado de Minas Gerais região do Triângulo Mineiro, entre as coordenadas: 18° 53' 53.95" Sul / 48° 19' 21.95" Oeste e 19° 43' 07.80" Sul / 47° 28' 02.65" Oeste (figura-1), correspondendo ao compartimento denominado por Ab'Saber (1971), "Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central" borda nordeste da bacia sedimentar do Paraná.

Os principais Rios que drenam a chapada Uberlândia-Uberaba, são: Rio Claro, Rio da Rocinha, Alto curso do Rio Uberabinha, Ribeirão Bom Jardim e Ribeirão Beija-Flor. A rede de hidrográfica da área de estudo é diversificada, possuindo padrões que podem ser considerados paralelos/subparalelos, nas bacias dos Rios Claro, Alto curso do Rio Uberabinha e Ribeirão Beija-Flor, correspondente as áreas mais elevadas da chapada e onde ocorrem afloramento de rocha basáltica. O padrão de drenagem dendrítico restringe-se a bacia do Ribeirão Bom Jardim, com características próprias (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A litologia da região do Triângulo Mineiro é constituída por rochas sedimentares (Formação Botucatu, Grupo Bauru e depósitos cenozoicos), rochas metamórficas (embasamento pré-

cambriano Complexo Goiano e Grupo Araxá) e magmáticas (Formação Serra Geral) (BARCELOS, 1984; NISHIYAMA, 1989). Porém as chapadas são basicamente compostas por arenitos da formação Marília (Grupo Bauru) recobertos por sedimentos Cenozoicos. Especificamente na chapada Uberlândia-Uberaba, ocorre em áreas mais rebaixadas, afloramento da Formação Serra Geral, caracterizando-se como limite para outra unidade de relevo.

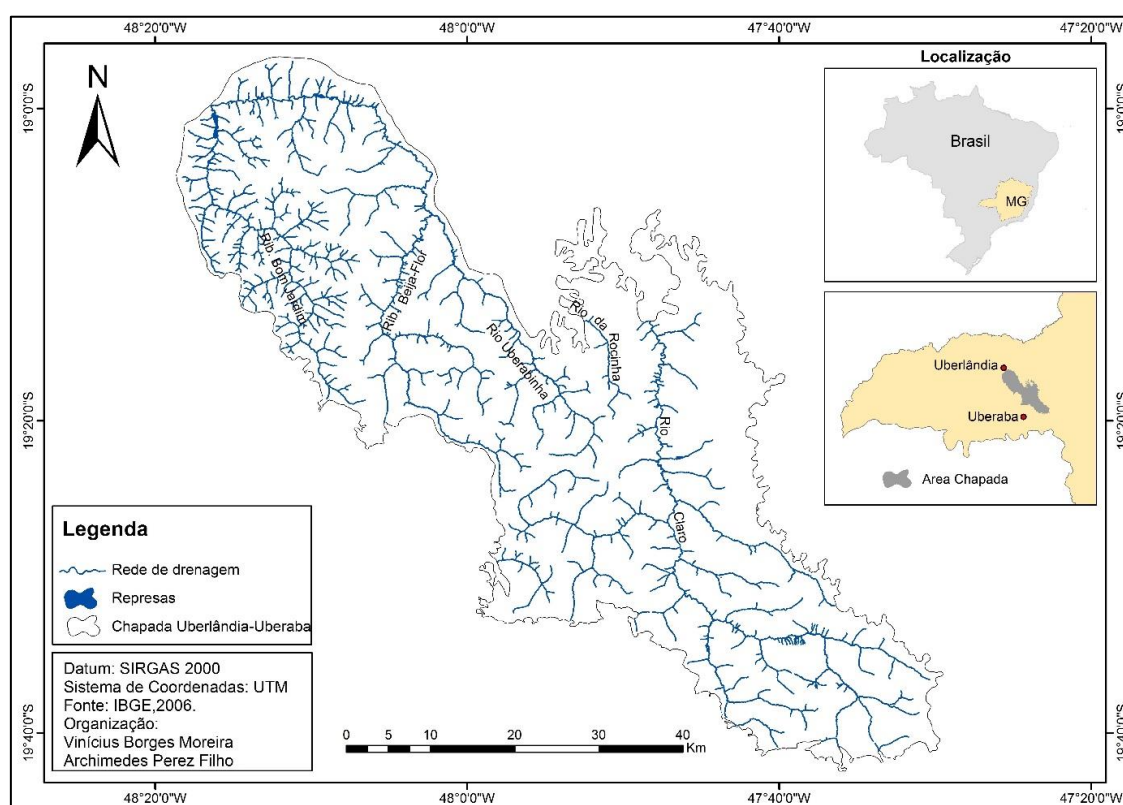


Figura 1 – Mapa de localização da chapada Uberlândia-Uberaba  
Fonte: IBGE, 2006

### 3. Materiais e métodos

Durante a realização deste trabalho foram utilizadas 12 cartas topográficas (IBGE, 2006) na escala 1:50.000 do projeto SP/MG/GO, para restituição da rede e identificação de padrões de drenagem e formas lineares da área estudada. Foi utilizado mapa geológico na escala 1:1.000.000 (CODEMIG, 2014), que auxiliou na delimitação da área de pesquisa e correlação da litologia com a ocorrência de lineamentos.

Para elaboração do mapa de lineamentos foram utilizadas imagens de radar SRTM com resolução de 30 metros, disponibilizada pelo *U.S. Geological Survey* (USGS), do qual foram geradas imagens sombreadas a partir dos azimutes solares de 45, 180, 315 e 360°, conforme a metodologia proposta por Correia e Fônsaca (2010). A partir das imagens foram extraídos os lineamentos com base na rede de drenagem.

Após a confecção do mapa de lineamentos foram elaborados dois diagramas de rosácea, com a finalidade de conhecer as direções preferenciais da rede de drenagem e qual as direções dos maiores lineamentos. Para tal, foram extraídos os ângulos de cada lineamento cartografado, agrupando-os a cada 10° de inflexão, construindo assim diagramas de roseta com ângulos de 0° a 360°. A quantidade de lineamentos agrupados é representada pelo tamanho da coluna angular, partindo do centro do gráfico para as bordas, quanto maior a coluna, maior a quantidade de lineamentos agrupados.

O mapa de densidade de lineamentos foi elaborado por meio da geração de uma imagem raster à partir dos lineamentos cartografados. A construção do modelo raster tem como princípio a amostragem circular, onde a partir de um pixel, estipula-se um raio com comprimento de 2000 metros. Os lineamentos abarcados pela amostragem circular, tiveram seu comprimento somado e dividido pela área do círculo, gerando um valor de densidade para cada pixel da imagem na unidade Km/Km<sup>2</sup>, conforme representado pela (figura 2) (OLIVEIRA, D, B, de. Et al, 2009). Os pixels gerados foram agrupados em cinco classes distintas, representando a densidade de lineamentos da chapada Uberlândia-Uberaba.

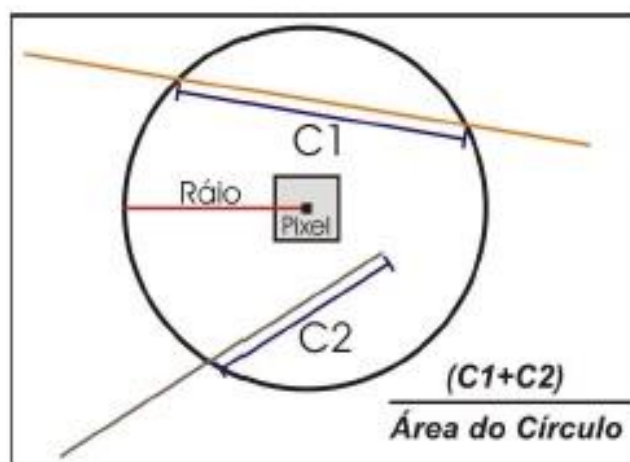


Figura 2 - Princípio da geração de imagem raster para densidade de lineamentos

Fonte: Oliveira, D. B. de *et al.* (2009)

Todas as metodologias apresentadas foram desenvolvidas em ambiente SIG, com o auxílio dos *softwares* Arcgis 10.2.2 e *ER Mapper 6.4*. Posteriormente realizaram-se trabalhos de campo, onde foram observadas e confirmadas algumas das feições lineares cartografadas no presente trabalho.

Objetivando contribuir com as discussões dos mapas e diagramas elaborados, se faz necessário um breve levantamento sobre o histórico estrutural da região.

O Triângulo Mineiro está inserido em uma extensa bacia sedimentar intracratônica, cujo eixo principal se alinha na direção NNE-SSO e N-S (Rio Paraná), e demais rios que compõe esta

bacia ocorrem num sentido transversal ao eixo principal. Os rios Grande e Paranaíba (Rios que delimitam a região do Triângulo Mineiro) e seus respectivos afluentes seguem a mesma lógica, expressando um direcionamento ditado pela evolução tectônica regional pré-existente, atribuída a porção NE da bacia sedimentar do Paraná (ALMEIDA, 1981).

De acordo com Hasui et al. (1975) *apud* Barcelos (1993) durante o Mesozoico, especificamente entre o Jurássico e Cretáceo, a faixa divisória entre a bacia Sãofranciscana e bacia Sedimentar do Paraná (sul de Goiás e Oeste de Minas Gerais) sofreu grande dinamismo decorrente da reativação Wealdeniana, produzindo processos de sedimentação e magmatismo alcalinos, reativada ao menos mais duas vezes durante o Fanerozóico.

Posteriormente Hasui e Haralyi (1991), apresentam informações complementares sobre a região, concluindo que a flexura de Goiânia retomou suas atividades, causando intensa movimentação de blocos em falhas pré-existentes. Durante o período entre o Neojurássico/Neocretáceo, formase a depressão de Abaeté e o soerguimento do Alto Paranaíba (área fonte de sedimentação do Grupo Bauru e posteriores coberturas). Limitado ao período Neocretáceo surge a depressão de Uberaba. Os autores ainda ressaltam que esta movimentação marcou profundamente a formação Uberaba e todo o Grupo Bauru, sendo notórios os alinhamentos NW-SE e NE-SW. Os alinhamentos identificados coincidem com o direcionamento das rochas do embasamento Pré-cambrianas, indicando uma reativação dos processos na região.

Ao termino da sedimentação do grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro, houve um período de estabilidade tectônica, que segundo Batezelli (2003) foi rompida durante o terciário pela reativação da Sutura de Itumbiara e Lineamento do Rio Grande. Esta movimentação resultou na compartimentação da bacia Bauru na região, formando várias depressões preservando unidades litoestratigráficas distintas.

Almeida (1981) aponta em sua síntese sobre a Bacia Sedimentar do Paraná que as reativações tectônicas continuaram Pós-Cretáceo chegando ao Cenozoico caracterizando, portanto, movimentações que afetaram diretamente a disposição atual da rede de drenagem regional. A (figura-3) representa a síntese dos eventos estruturais citados.



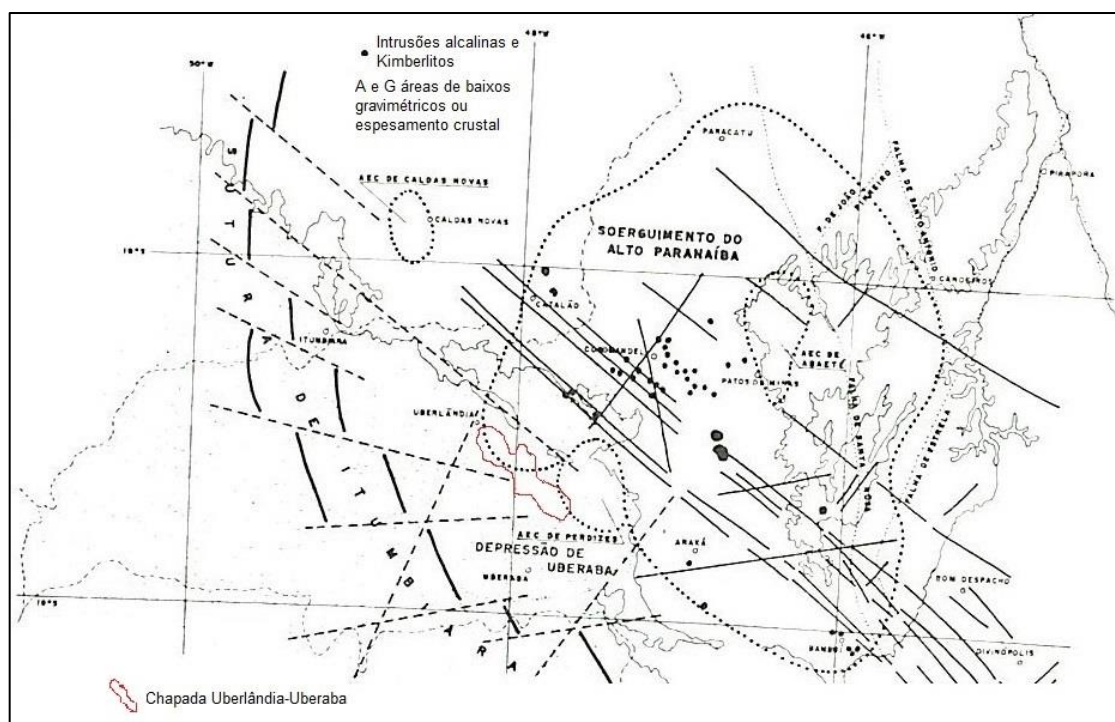


Figura 3 – Síntese dos eventos estruturais ocorridos na região do Triângulo Mineiro

Fonte: Hasui e Haralyi,1991.

## 4. Resultados e Discussões

Para Etchebehere (2000) o conceito de morfoestrutura refere-se a feições passivas, resultantes de deformação pretérita da crosta terrestre, onde os canais fluviais puderam se amoldar, ou seja, o padrão local da rede de drenagem reflete a disposição da litologia e seu arranjo estrutural. Diferentemente o termo “feições morfotectônicas”, caracteriza acomodações da rede hidrográfica às deformações crustais sincrônicas mais recentes e ativas, denominadas pelo autor de atividades neotectônicas. Os dois processos descritos são encontrados na área de estudo, sendo a análise dos lineamentos da rede de drenagem, uma das técnicas que auxilia na diferenciação destes processos estruturais.

Os lineamentos da rede de drenagem cartografados (Figura-4), evidenciam o controle estrutural e direções preferenciais indicadas por diversos autores citados, principalmente nos canais de maior ordem, onde o curso d'água conseguem aprofundar seu talvegue e provavelmente escoam sobre falhas pré-existentes. O controle litológico também se faz presente, identificado primordialmente nos canais de primeira e segunda ordem, pois quando há mudanças de rochas sedimentares para básicas, os canais de menor ordem passam a possuir um padrão estritamente paralelo e anguloso, devido as fraturas originadas na gênese da rocha basal, portanto, indicando influência genética morfoestrutural.

Para correlacionar as feições morfoestruturais descritas aos lineamentos da rede de drenagem foi necessário desenvolver diagramas de rosáceas, elaborados para representar a quantidade de

lineamentos e direções preferenciais da rede de drenagem da chapada Uberlândia-Uberaba (figura-5). Os diagramas apresentaram resultados distintos que devem ser analisados separadamente para melhor interpretação.

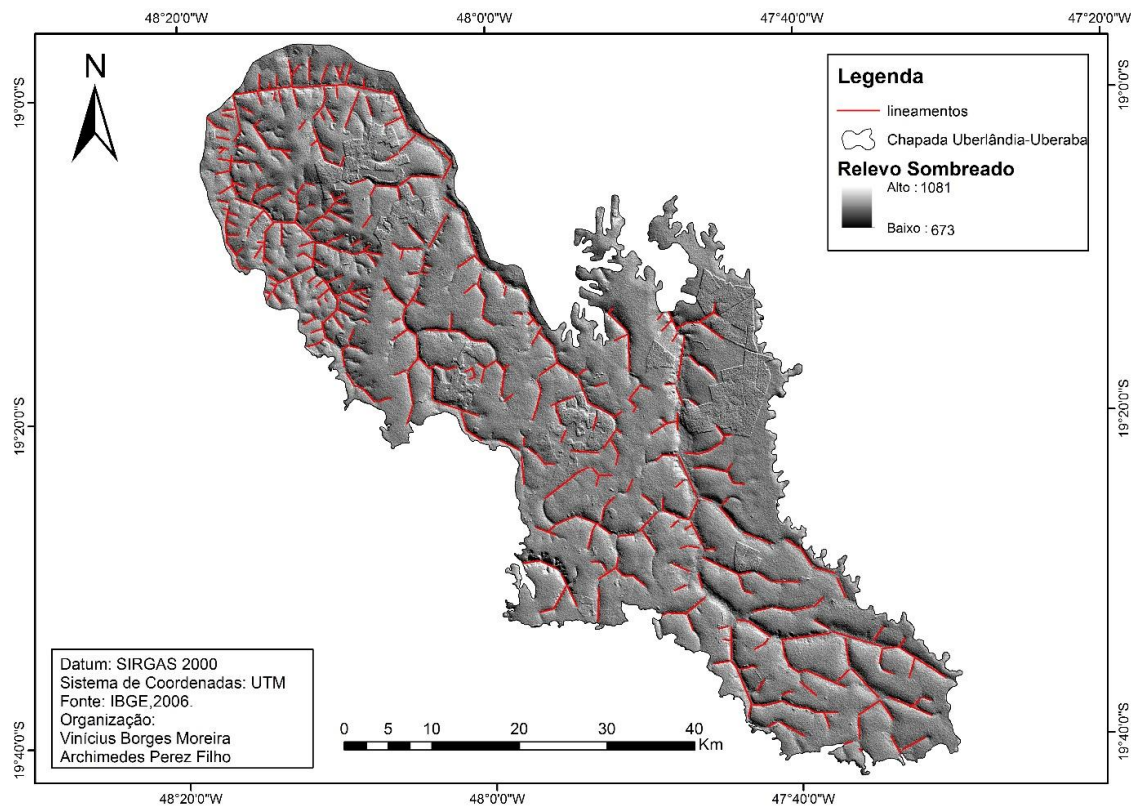


Figura 4 – Mapa de lineamentos da rede de drenagem da chapada Uberlândia-Uberaba  
Elaborado pelo autor

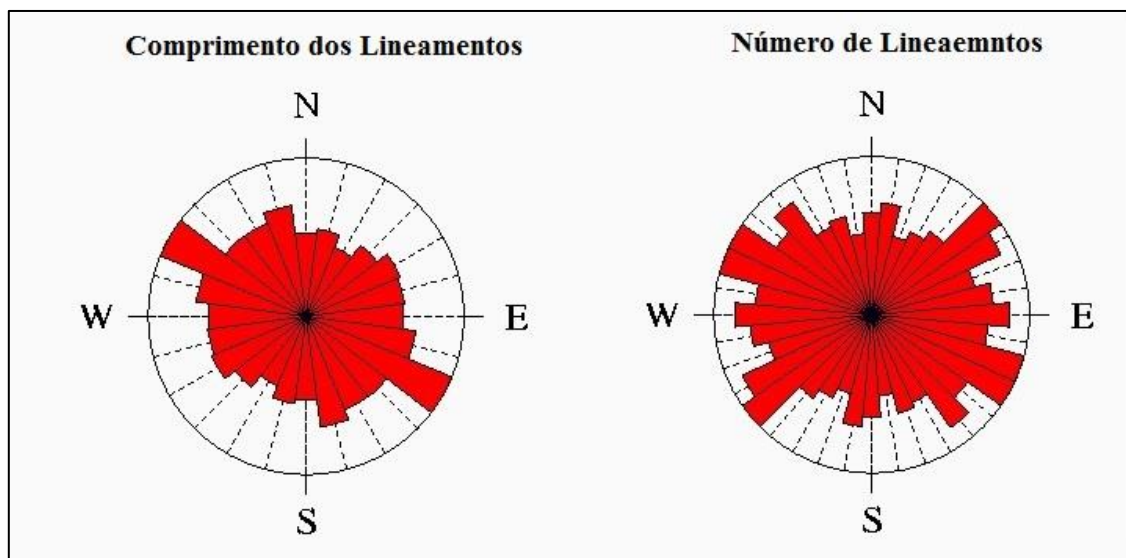


Figura 5 – Diagrama de rosácea para comprimento total e número de lineamentos  
Elaborado pelo autor.

A rosácea de número de lineamentos apresentou várias direções em seus agrupamentos, indicando a ação de diferentes processos estruturais e litológicos na região, porém, evidencia maior concentração nas direções WNW-ESE e NE-SW. Outras direções apareceram em um patamar abaixo, com menor concentração, oscilando muito entre elas, portanto representando agentes controladores difusos, não concebendo o sentido preferencial da rede de drenagem.

A rosácea, referente a comprimento total dos lineamentos, apresenta-se como determinante na direção dos mesmos, pois ressalta com ampla vantagem os lineamentos na direção WNW-ESE, diferentemente da rosácea anterior, confirmando este como o direcionamento preferencial dos lineamentos da rede de drenagem, que pode ser relacionada, de acordo com a literatura, com a reativação da Flexura de Goiânia e sutura de Itumbiara, que produziram movimentações estruturais regionais durante o terciário, período de instalação da atual rede de hidrográfica.

A área de pesquisa passou por vários eventos de reativação estrutural, tendo influência no faturamento das rochas sedimentares Cretáceas e coberturas Cenozoicas, contribuindo também com o direcionando e estabelecimento da rede de drenagem atual.

Batezelli (2003) elaborou um mapa de lineamentos da rede de drenagem para toda a região do Triângulo Mineiro, onde os principais direcionamentos encontrados foram NW-SE, identificando o padrão de drenagem como sub-paralelo e fortemente condicionado pelo substrato rochoso. Estas afirmações são convalidadas pelos resultados deste trabalho, possuindo grande correlação.

A densidade de lineamentos representada pela (figura 6), confirma e destaca os resultados obtidos nos outros mapas e diagramas elaborados. As áreas com densidade de lineamentos “alta” e “muito alta”, apresenta-se em parte da bacia do Ribeirão Bom Jardim, que possui um padrão de drenagem dendrítico, principalmente na média e baixa bacia. Os maiores adensamentos também ocorrem em áreas de afloramento da rocha basáltica, caracterizando regiões com maior quantidade de canais fluviais, devido, dentre outras, as características litológicas já destacadas.

Ao observar a rede de drenagem, percebe-se que, a bacia do Rio Claro praticamente possui o mesmo padrão de densidade, somente sendo alterada no limite da chapada onde ocorre o contato litológico. A bacia do alto curso do rio Uberabinha a montante do afloramento de basalto e o ribeirão Beija-Flor também possuem as mesmas características, não ocorrendo áreas de forte adensamento dos lineamentos, porém seguem a mesma direção preferencial.

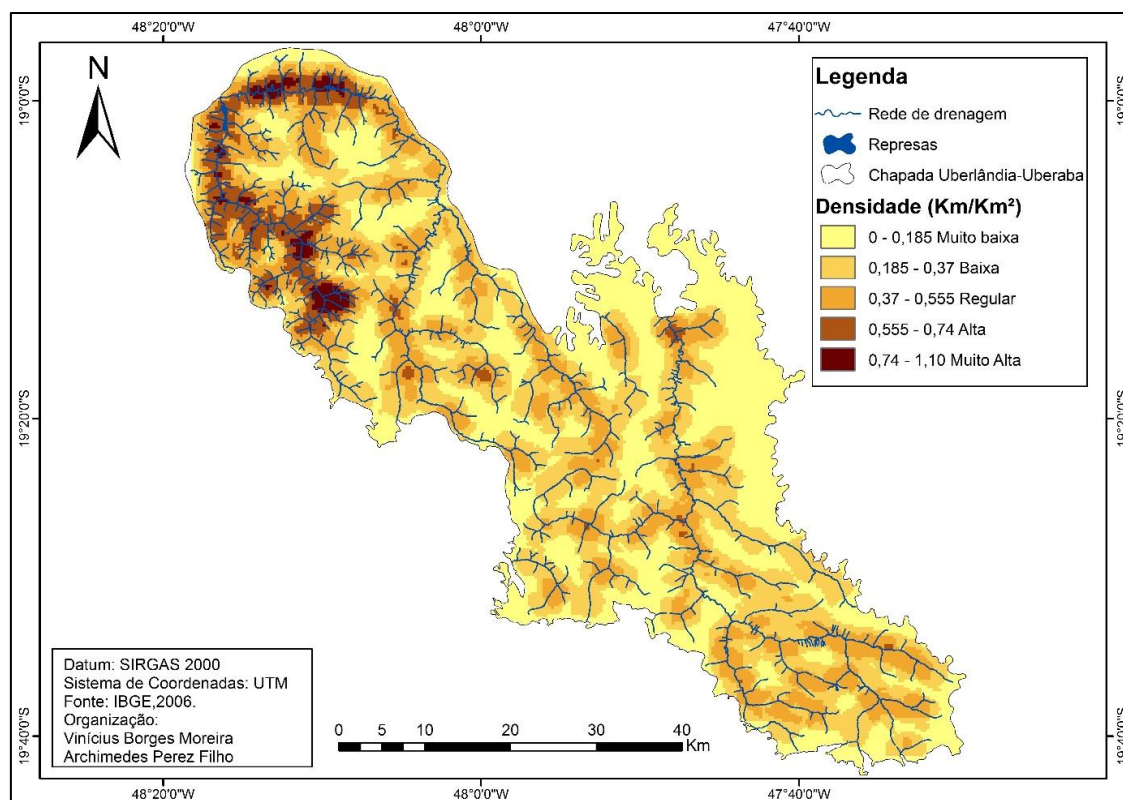


Figura 6 – Mapa de Densidade de Lineamentos da chapada Uberlândia-Uberaba.  
Elaborado pelo autor

## 5. Considerações Finais

As evidências encontradas nesta escala de trabalho, indicam uma maior influência morfoestrutural no estabelecimento da rede de drenagem superficial, conforme os resultados apresentaram. Porém durante os trabalhos de campo e análise da rede de drenagem foram identificados cursos d'água em forma de cotovelos, capturas de drenagem e terraços estruturais, indicando ocorrência de feições morfotectônicas que não pode ser desprezadas no contexto local.

Para tanto podemos concluir que, de forma geral, que os canais de primeira e segunda ordem da chapada Uberlândia-Uberaba possuem direcionamento difuso, tendo como principal fator endógeno o controle litológico, destacando-se a rede de drenagem sobre rochas basálticas da Formação Serra Geral, por possuir padrão paralelo e alta angulosidade. Os canais principais, acima de terceira ordem da chapada Uberlândia-Uberaba, representam os maiores lineamentos, estando em sua maioria, na direção WNW-ESE, tendo como principal agente morfoestrutural, falhas estruturais, as quais provavelmente direcionou seu fluxo durante o período de instalação da rede de drenagem.

A metodologia aplicada para a análise de lineamentos de drenagem, realizada pela técnica de sensoriamento remoto utilizando imagens sombreadas, associada a restituição da rede de

drenagem por meio de folhas topográficas, mostrou-se eficiente. Convalidaram-se resultados, principalmente obtidos pelo histórico tectônico estrutural da região de acordo com a literatura, tendo como principal direcionamento WNW-ESE, correlacionado com a reativação da Flexura de Goiânia e Sutura de Itumbiara subsidiando, portanto, a caracterização morfoestrutural regional.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financiamento à pesquisa.

## 7. Bibliografia

AB'SÁBER, A.N (1971). *A organização natural das paisagens inter e subtropicais Brasileiras*. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP.

ALMEIDA, F, F.M, de (1981). Síntese sobre a tectônica da bacia do Paraná. 3º Simpósio regional de Geologia (pp. 1-20). Curitiba.

BARCELOS, J. H (1984). Reconstrução Paleogeográfica da Sedimentação do Grupo Bauru Baseada na sua Redefinição Estratigráfica Parcial em Território Paulista e no Estudo Preliminar Fora do Estado de São Paulo. Tese de Livre Docência. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.

BATEZELLI, A (2003). Análise da Sedimentação Cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes. Tese de Doutorado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.

CHRISTOFOLETTI, A (1980). *Geomorfologia*. São Paulo: Ed Blucher.

CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (2014). Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CODEMIG.

CORREIA, A, C, B; FONSECA, D, N (2010). Lineamentos de drenagem e de relevo como subsídio para a caracterização morfoestrutural e reativações neotectônicas da área da bacia do Rio Preto, serra do espinhaço meridional – MG. *Revista de Geografia*. [Online] V. especial, 72-86. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/>. [Acessado em 10 de janeiro de 2016]

ETCHEBEHERE, M.L.C (2000). *Terraços Neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista*. Tese de Doutorado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J (2007). Análise de bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no planalto acidental paulista, SP. *Geociências*. [Online] 26(3), 229-247. Disponível em: <http://www.revistageociencias.com.br/>. [Acessado em setembro de 2015].

FELTRAN FILHO, A (1997). *A estruturação das paisagens nas chapadas do Oeste Mineiro*. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.

HASUI, Y. & HARALYI, N.L.E (1991). Aspectos Lito-estruturais e Geofísicos do Soerguimento do Alto Paranaíba. *Geociências*, v. 10(1). 67-77.

MOURA, T.C; MARQUES NETO, R (2015). Anomalias e Lineamentos de Drenagem na interpretação da Dinâmica Morfotectônica na bacia do Alto Rio Grande, Matinqueira meridional. *XI Encontro Nacional da ANPEGE* (pp. 6506-6517). Presidente Prudente.

NISHIYAMA, L (1989). Geologia do Município de Uberlândia e Áreas adjacentes. *Sociedade & Natureza*, 1(1), 9-16.

OLIVEIRA, D, B, de. Et al (2009). Elaboração de um mapa de lineamento estrutural e densidade de lineamento através de imagem SRTM, em uma área ao norte do rio Doce, ES. *XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* (pp. 4157-4163). Natal.

VENEZIANI, P (1987). *Análise de movimentos de tectônica rúptil e rúptil-dúctil através da interpretação de produtos de sensores remotos na região do Espinhaço Meridional (MG): uma correlação com processos evolutivos*. 1987. 186f. Tese Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.



# HOLOCENO SUPERIOR NA DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA: REGISTROS DE FLUTUAÇÕES CLIMÁTICAS DE CURTA DURAÇÃO EM BAIXOS TERRAÇOS FLUVIAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

A. O. Souza<sup>(a)</sup>, A. Perez Filho<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
andreosgeo@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas  
(UNICAMP)  
archi@ige.unicamp.br

## Resumo

Nas últimas décadas diversos estudos tem demonstrado a importância da dinâmica (paleo) climática na conformação das paisagens atuais, de modo que, diferentes áreas no âmbito das ciências da Terra têm concordado sobre a relevância desses estudos para a sociedade como um todo. Neste trabalho, é dada maior ênfase as flutuações climáticas ocorridas no Holoceno, principalmente, quanto aos marcadores presentes em coberturas superficiais que recobrem baixos terraços fluviais de três rios localizados na Depressão Periférica Paulista, estado de São Paulo Brasil. Foram utilizadas informações sobre as idades obtidas por meio da Luminescência Opticamente Estimada (LOE), referentes aos rios Moji-Guaçu, Corumbataí e Ribeirão Araquá onde verificou-se a presença de três níveis de baixos terraços com idades correspondentes ao Holoceno Superior (2.500 até o presente), provavelmente, vinculadas a flutuações climáticas recentes. Por fim, menciona-se que o trabalho ora apresentado corresponde a parte das pesquisas que vem sendo desenvolvidas como tese de doutorado

**Palavras chave:** Geomorfologia; Baixos Terraços Fluviais; Coberturas Superficiais; LOE; Holoceno.

## 1. Introdução

Nas últimas décadas estudos acerca das mudanças climáticas tem recebido grande atenção de diversos setores da sociedade, acadêmica e não acadêmica, em decorrência de aspectos políticos, econômicos e, principalmente, socioambientais. É possível observar que a partir da década de 1970 há um aumento dos estudos vinculados a essa temática que, em partes, refletem a crescente preocupação com as possíveis causas das mudanças climáticas e, conseqüentemente, dos seus efeitos para a sociedade como um todo.

Muitos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores brasileiros e internacionais apontaram, através de análises sedimentológicas, estratigráficas, palinológicas e biogeográficas, a ocorrência de eventos climáticos ao longo do Quaternário no território brasileiro (Coltrinari, 1991; Bigarella *et al.* 1994; Salgado-Laboriau, 1994; Pessenda *et al.*, 2012; Ledru *et al.*, 1996;



Behling, 1998; 2002; Colinvaux *et al.* 2000), os quais foram responsáveis pelas transformações da paisagem e que resultaram no estabelecimento das configurações atuais.

No âmbito do Holoceno, alguns trabalhos tem demonstrado a ocorrência de oscilações climáticas nesse intervalo de tempo (Behling, 2002; Pessenda, 2004; Pessenda *et al.*, 2012; Dias e Perez Filho, 2015; Storani e Perez Filho, 2015; Souza e Perez Filho, 2015), apontando, dentre outros aspectos, o aumento e diminuição da umidade durante todo o Holoceno.

Entretanto, apesar dos paleoclimas serem amplamente estudados no continente sulamericano, sobretudo em relação às regiões tropicais úmidas, coexiste lacunas que em partes estão relacionadas à aplicação de modelos evolutivos da paisagem oriundos do Hemisfério Norte. Sendo assim, a sistematização de informações sobre as idades dos eventos erosivos/deposicionais para o Hemisfério Sul faz se necessária e, é dentro dessa problemática que o presente trabalho busca contribuir.

Destaca-se também que apesar da relevância dos estudos mencionados, ambos foram desenvolvidos a partir de datações por C<sup>14</sup> proporcionando importantes informações. Tendo em vista a existência de novas abordagens de datação absoluta de materiais sedimentares inconsolidados há a possibilidade de revisão e comparação das idades obtidas por diferentes técnicas permitindo a validação dos resultados por LOE. Assim, a ciência geomorfológica tece importantes contribuições aos estudos sob essa temática, uma vez que as evidências de alternâncias das condições ambientais podem ser encontradas em diferentes formas de relevo, sobretudo naquelas condicionadas diretamente a ação dos rios, como ocorre com os diferentes níveis de baixos terraços fluviais. Importante destacar que os sistemas fluviais apresentam grande sensibilidade às transformações em diferentes escalas espaciais e temporais; de modo, que alterações sutis no nível de base podem conduzir a desequilíbrios parciais ou na totalidade de uma bacia hidrográfica.

Neste contexto, o objetivo principal do trabalho foi avaliar a existência de flutuações climáticas holocênicas por meio da análise das coberturas superficiais presentes em níveis de baixos terraços fluviais identificados na Depressão Periférica Paulista, estado de São Paulo. Destaca-se ainda que nesse compartimento geomorfológico, alguns sistemas fluviais têm apresentado evidências de reorganizações no Holoceno Superior, as quais podem estar vinculadas a mudanças ambientais de curta duração e que ainda tem sido pouco explorada pela bibliografia brasileira. Importante mencionar que esse trabalho integra as pesquisas de doutorado, cujo objetivo também é identificar a relação entre as idades desses baixos terraços com níveis de terraços marinhos, fluvi-marinhos e fluviais de regiões litorâneas no sudeste brasileiro.

Sendo assim, foram correlacionadas datações por Luminescência Opticamente Estimada de coberturas superficiais coletadas em níveis de baixos terraços encontrados na bacia do Ribeirão

Araquá com as idades referentes às bacias do Rio Moji Guaçu e Rio Corumbataí, dois importantes sistemas fluviais paulistas.

### 1.1. Área de Estudos

As bacias hidrográficas selecionadas para esse trabalho estão inseridas na porção centro-norte da Depressão Periférica Paulista, importante compartimento geomorfológico do Estado de São Paulo (Ab'Saber, 1955; Almeida, 1964). De acordo com Ab'Saber (1949), a elaboração desse compartimento está vinculada a processos de circundenudação iniciados no Eoceno, os quais foram responsáveis pela gênese das colinas que conferem aspectos ondulados na paisagem (Figura 1).

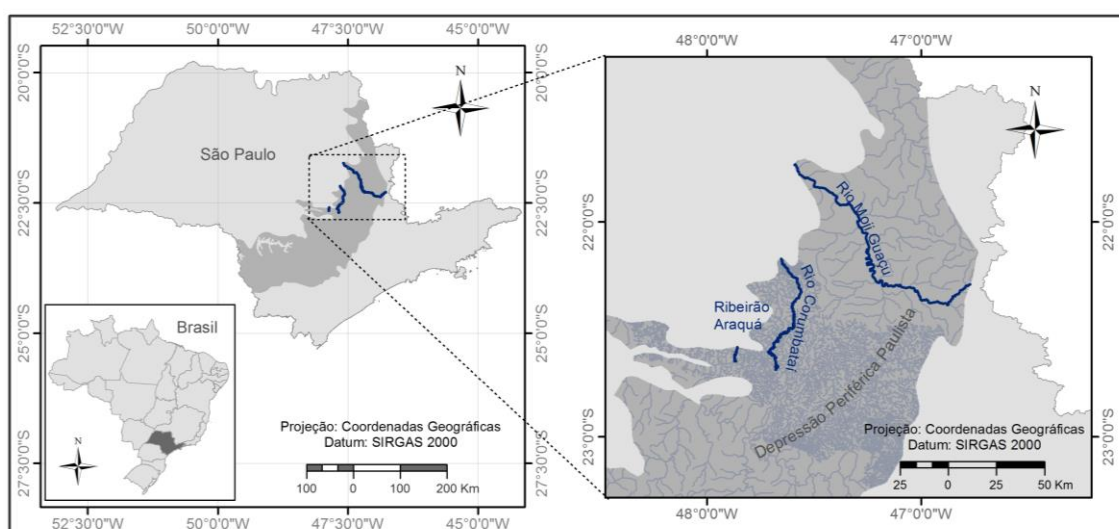


Figura 1 - Localização dos rios estudados no contexto da Depressão Periférica Paulista.

Fonte: CPRM (2009) e IBGE (2010).

Segundo Ab'Saber (1969) e Almeida (1949), caracteriza-se como uma legítima depressão situando-se como um segundo planalto no conjunto interior do território paulista, isto porque se trata de uma depressão relativa escavada na Bacia Sedimentar do Paraná, se configurando como um corredor de topografia colinosa com larguras que variam de 80 a 120 Km.

Sob o prisma geológico, segundo Peixoto e Theodorovictz (2009) são possíveis identificar na área arenitos, siltitos, diamictitos e folhelhos vinculados à Fm. Aquidauana (~270 Ma) e Fm. Itararé (~270 Ma). Além disso, também estão presentes basaltos e dacitos vinculados à Fm. Serra Geral (~131 Ma) e arenitos com estratificação plano-paralela e cruzada, relacionados às Fm. Corumbataí (~240 Ma), Fm. Piramboia (~200 Ma) e Fm. Botucatu (~180 Ma).

No âmbito pedológico predominam na área as classes dos Latossolos Vermelho-Amarelo, Argissolos Vermelho-Amarelo e Neossolos Quatzarênicos. Destaca-se que esse último tipo de solo está presente, sobretudo, no limite oeste da Depressão Periférica Paulista onde são

encontrados glaciais de erosão relacionados a períodos de clima mais frio (Peixoto e Theodorovictz, 2009; Queiroz Neto e Journaux, 1978).

## 2. Método e Metodologia

O método utilizado nesse trabalho tem como abordagem teórica a Teoria dos Sistemas Gerais (Christofolletti, 1979; Mattos e Perez Filho, 2004; Perez Filho, 2007), pois sob o prisma dos sistemas é possível a compreensão das interrelações entre diferentes (sub) sistemas, assim como da complexidade dos processos e formas resultantes dessa interrelação.

No âmbito dos procedimentos metodológicos, optou-se pela correlação das informações publicadas na literatura nacional e internacional acerca das idades obtidas por meio da Luminescência Óptica Estimada de coberturas superficiais presentes em três importantes bacias hidrográficas. Destaca-se que os trabalhos analisados, utilizaram-se dos mesmos protocolos para a obtenção das idades, isto é, em ambos os casos correspondem à aplicação do método SAR (Single-Aliquot Regenerative-Dose), formulados por Murray e Wintle (2000) e Wintle e Murray (2006) em 15 alíquotas e, portanto, apresentam validação sob o proposto de análise e comparação de dados. Destaca-se ainda que, de acordo com Sallun et. al. (2007), as idades da última exposição dos grãos de quartzo à radiação solar são obtidas através da seguinte equação:

$$I = \frac{P}{DA\gamma + DA\beta + DAr.c}$$

Onde: I = Idade; P = Paleodose (Gy), que corresponde à energia total absorvida pelo cristal pela incidência de radiações ionizantes;  $DA\gamma + DA\beta + DAr.c$  = doses anuais (Gy/ano) relativas às radiações- $\gamma$ , partículas- $\beta$  e aos raios cósmicos respectivamente.

## 3. Resultados e Discussões

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam uma coalescência de eventos responsáveis por ajustes no nível de base e provável reorganização da rede de drenagem durante o Holoceno Superior. Os níveis de baixos terraços são encontrados em média a 2 metros (Nível I), 3-4 metros (Nível II) e 5 metros (Nível 3) acima da lâmina d'água e representam episódios de evolução horizontal e entalhamento do curso fluvial.

Tabela 1 - Geocronologia dos terraços fluviais nas áreas estudadas

Bacia Hidrográfica	Localização do Ponto	Nível de Terraço	Idade	Bibliografia
Moji-Guaçu	22°29'27.33" S 47°15'22.81" O	I	1.900 ± 225	Storani e Perez Filho (2015)
Ribeirão Araquá	22°30'31" S 47°50'01" O	I	9,850 ± 1,120	Souza e Perez Filho (2015)
Rio Corumbataí	22°12'50" S 47°37'39" O	I	2.570 ± 500	Dias e Perez Filho (2015)
Moji-Guaçu	22°29'04.40" S 47°16'20.96" O	II	1.150 ± 160	Storani e Perez Filho (2015)
Ribeirão Araquá	22°32'35" S 47°50'10" O	II	2,780 ± 410	Souza e Perez Filho (2015)
Rio Corumbataí	22°12'49" S 47°37'38" O	II	1.070 ± 190	Dias e Perez Filho (2015)
Moji-Guaçu	22°29'08.97" S 47°16'09.27" O	III	630 ± 75	Storani e Perez Filho (2015)
Ribeirão Araquá	22°32'34" S 47°50'12" O	III	1481 ± 215	Souza e Perez Filho (2015)

Organização: Souza e Perez Filho (2016)

Em relação ao Rio Moji-Guaçu, este sistema fluvial tem sido alvo de estudos desde a década de 1980, quando Perez Filho et al. (1980) identificaram níveis de baixos terraços associados a diferentes tipos de solos, os quais indicariam ajustes recentes na rede de drenagem. Posteriormente, Storani e Perez Filho (2015) estudaram a mesma área e, por meio de datações por Luminescência Óptica Estimulada (LOE), apontaram para alternâncias entre ambientes com características quente/úmido e quente/seco. Deste modo, as idades mencionadas no Quadro 1, apontam três fases de elaboração de terraços vinculadas a processos de evolução horizontal da paisagem em decorrência de menor umidade do ambiente.

No âmbito da bacia do Ribeirão Araquá, a idade obtida para o primeiro nível de baixo terraço corresponde ao final do Pleistoceno e início do Holoceno. Apontamentos realizados por Thomas e Thorp (1995) e Schell-Ybert (2003) demonstram a existência de uma fase seca no sudeste do estado de São Paulo e aridez com intervalo frio em muitas áreas e posterior umidificação do clima a partir de 10.500 anos A.P. Souza e Perez Filho (2015) apontam a alternância entre ambientes com características secas e úmido durante a elaboração dos níveis de baixos terraços, sobretudo os últimos dois níveis. Também é importante destacar aspectos neotectônicos influenciando o condicionamento da rede de drenagem e portanto, a espacialização dos baixos terraços, uma vez que idades similares não foram obtidas nas outras duas bacias

hidrográficas, além disso trabalhos sob o viés neotectônico encontraram evidências de movimentações recentes na área (Pinheiro, 2014; Souza e Perez Filho, 2016<sup>1</sup>).

Na bacia do Rio Corumbataí coberturas superficiais relacionadas a níveis de baixos terraços, apresentaram idades vinculadas ao Holoceno Superior. No entanto, como é demonstrado no Quadro 1, foram identificados apenas dois níveis de baixos terraços, fato que pode estar relacionado a influências litoestruturais controlando a espacialização das coberturas superficiais e, conseqüentemente, a elaboração dos níveis de terraços. De qualquer modo, segundo Dias e Perez Filho (2015), os dois níveis de baixos terraços identificados, caracterizam-se como superfícies sub-horizontais com depósitos predominantemente arenosos (94,7 e 93,7% de areia, textura arenosa), bem selecionados e esporadicamente inundáveis; indicando, segundo os autores, a atuação de ambientes menos úmidos quando houve o transporte e deposição do material.

A partir das considerações levantadas acima é importante mencionar que Stevaux (2000) e Parolin *et al.* (2006), utilizando datações por termoluminescência (TL) e C14, indicaram ocorrências de climas mais secos que o atual no Holoceno entre 3.500 a 1.500 anos A.P., seguido por um período mais úmido a partir dos 1.500 anos A.P. Assim, é possível que os níveis de baixos terraços analisados apresentem correspondências com eventos climáticos identificados em outras regiões do Brasil. Do mesmo modo, estudos desenvolvidos na região amazônica, bem como no litoral sudeste do Brasil, também indicaram ciclos climáticos de menor duração nos últimos milênios (Pessenda *et al.* 2010; Cohen *et al.*, 2014)

Interessante observar a correspondências dos dados apresentados com os Ciclos de Bond, os quais estão relacionados a eventos cíclicos no Hemisfério Norte. Para Bond *et al.* (1997; 2001), são identificados pelo menos 6 eventos de resfriamento ao longo dos últimos 10 mil anos, sendo eles: 1) 8.3 – 8.1 Ka; 2) 6.4 - 6.2 Ka; 3) 4.8 – 4.6 Ka; 4) 2.8 – 2.6 Ka; 5) 1.65 – 1.45 Ka; 6) 0.65 – 0.45 Ka. De acordo com as idades das coberturas superficiais para as bacias hidrográficas estudadas, a elaboração dos 3 níveis de baixos terraços podem estar vinculados ao ciclo 4, 5 e 6 e, assim, indicando grande amplitude dos processos que desencadearam os resfriamentos do clima mencionados. Embora, essa proposta tenha sido estabelecida para o Hemisfério Sul, é importante destacar a sua correspondência com as informações apresentadas por esse e outros trabalhos sobre o continente sulamericano, isto é, é possível que apesar de características físico-naturais distintas entre ambos hemisférios, pequenos eventos climáticos influenciaram grandes porções do globo terrestre.

Corroborando com essa hipótese, Pessenda *et al.* (2010) identificaram flutuações climáticas ocorridas durante o último milênio Lagoa Grande, localizada no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR). Neste contexto, estudos também desenvolvidos por Lichte (1991), Behling (1995) e Scheel-Ybert (2000) demonstraram, que ao longo dos últimos 5000 A.P

alternância de características ambientais secas e úmidas, resultaram na sobreposição de complexos mosaicos vegetacionais no sudeste brasileiro.

Por fim, algumas das idades obtidas por meio do C<sup>14</sup> dos trabalhos acima mencionados coincidem com a Pequena Idade do Gelo (Little Ice Age), ocorrida dentro do intervalo de 550-200 anos A.P. E desta forma, é importante aludir que os trabalhos utilizados nas discussões, embora apresentem resultados relacionados a uma técnica distinta daquela utilizada nesse trabalho, apresentam correspondências com as idades obtidas por meio da LOE. Portanto, é evidente que ao longo do Holoceno ao menos três ciclos climáticos de curta duração ficaram registrados em níveis de baixos terraços dos sistemas fluviais estudados.

#### **4. Considerações Finais**

Os dados apresentados possibilitam inferir que ao longo do Holoceno, sobretudo, nos últimos 3 Ka eventos climáticos foram responsáveis pela alteração no nível de base e, que por sua vez, possibilitou o desenvolvimento e recobrimento de ao menos 3 níveis de baixos terraços. Deste modo, é provável que as alternâncias entre condições ambientais quente/úmida e quente/seca tenham exercido significativa influência sob os sistemas fluviais da área estudada, independente do tamanho, em termos de área, das bacias hidrográficas espacializadas na Depressão Periférica Paulista.

Por fim, cabe mencionar que as idades obtidas por meio da Luminescência Opticamente Estimulada correspondem com aquelas apresentadas em estudos que utilizaram datações por C<sup>14</sup>, principalmente de regiões litorâneas brasileiras, como verificado no Sul do Estado de São Paulo e, portanto, indicando que de fato é provável que mudanças ambientais de curto período (flutuações climáticas) ocorridas no Holoceno Superior foram responsáveis por alterações significativas na composição da paisagem, nas dinâmicas dos sistemas fluviais, bem como na espacialização de baixos terraços fluviais.

#### **5. Agradecimentos**

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de doutorado (Processo: 2016/00382-9).

#### **6. Bibliografia**

- AB'SÁBER, A. N. (1949). Regiões de circundenudação pós-cretáceas no Planalto brasileiro. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, 1:1-21.
- AB'SABER, A. N. (1955). Superfícies Fósseis em Processo de Exumação no Estado de São Paulo. *Revista da Universidade de Campinas*, Campinas, v. 3, n. 8-9, p. 79-92.

- AB'SABER, A. N. (1969). A Depressão Periférica: um setor de áreas de circundenudação pós-cretácica na Bacia do Paraná. *Geomorfologia*. São Paulo, 15:1-26.
- AB'SABER, A. N. (1977). Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. *Paleoclimas*, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n.º 3: 1-17.
- ALMEIDA, F. F. M. (1949). Relevo de Cuesta na bacia sedimentar do Rio Paraná. *Boletim Paulista de Geografia*, n.º 3, p. 21-33. São Paulo.
- ALMEIDA, F. F. M. (1964). *Fundamentos geológicos do relevo paulista*. Geologia do Estado de São Paulo, São Paulo, IGG, 41, p. 167-263.
- BEHLING, H. (1995). A high resolution Holocene pollen record from Lago Pires, SE Brazil: vegetation, climate and fire history. *Journal of Paleolimnology*. v. 14, p. 253-268.
- BEHLING, H. (1998). Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99(2): 143-156.
- BEHLING, H. (2002). South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 177: 19-27.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. (1994). *Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais – Vol. I*. Florianópolis: UFSC
- BOND, G., SHOWERS, W., CHESEBY, M., LOTTI, R., ALMASI, P., DE MENOCAL, P., PRIORE, P., CULLEN, H., HAJDAS, I., BONANI, G. (1997): A pervasive millennial-scale cycle in the North Atlantic Holocene and glacial climates. *Science*, 294, pp. 2130-2136.
- BOND, G., KROMER, B., BEER, J., MUSCHELER, R., EVANS, M. N., SHOWERS, W., HOFFMANN, S., LOTTI-BOND, R., HAJDAS, I., BONANI, G. (2001): Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science*, 278, pp. 1257-1266.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1979.). *Análise de sistemas em geografia: introdução*. São Paulo: Hucitec-Edusp, 106p.
- COHEN, M. C. L.; FRANCA, M. C.; DE FÁTIMA ROSSETTI, D.; PESSENDA, L.C.R.; GIANNINI, P. C. F.; LORENTE, F. L. ; BUSO JUNIOR, A. A. ; CASTRO, D. F. ; MACARIO, K.. (2014). Landscape evolution during the late Quaternary at the Doce River mouth, Espírito Santo State, Southeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 415c, p. 48-58.
- COLINVAUX, P. A.; DE OLIVEIRA, P. E.; MORENO, J. E. (1996). A long pollen record from lowland Amazonia: forest and cooling in glacial times. *Science*, 274:85–88.
- COLTRINARI, L. (1991). Paleoambientes quaternários na América do Sul: primeira aproximação. In: 3º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Belo Horizonte.
- DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. (2015). Geocronologia de terraços fluviais na bacia hidrográfica do rio Corumbatai-SP a partir de Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, p. 341-349.
- LICHTE, M. (1991). Arid processes in the SE Brazilian relief evolution during the last glacial. *Boletim Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo*, v.8, p.201-211.
- MATTOS, S.; PEREZ FILHO, A. (2004). Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 5 (1), 11-18
- MURRAY, A.S.; WINTLE, A.G. (2000). Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements*. v. 32, p. 57-73.
- OPPENHEIM, V.; MALAMPHY, M. (1936). Sobre a Tectônica da Área de São Pedro - Xarqueada. *Avulso do Serv. Fom. Prod. Mineral do Min. Agricultura*, Rio. 7:1-15.
- ORTIZ-JAUREGUIZAR, E; CLADERA, G. A. (2006). Paleoenvironmental evolution of southern South America during the Cenozoic. *Journal of Arid Environmental*. 66, 498-532.
- PAROLIN, M.; MEDEANIC, S.; STEVAUX, J.C. (2006). Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno Médio de Taquarussu (MS). *Revista Brasileira de Paleontologia*, n. 9, v. 1, p. 137-148.

- PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J.L.; LEPSCH, I.F. (1980). Relação solos/geomorfologia em várzea do rio Moji-Guaçu (SP). *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 4, n. 3, p. 181-187.
- PEREZ FILHO, A. (2007). Sistemas Naturais e Geografia. In: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; ELIAS, D. (org.). *Panorama da Geografia Brasileira*. São Paulo: Annablume, v. 01, p. 333-336.
- PESSENDA, L. C. R. (2004). Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes. *Quaternary International*, v. 114, p. 35-43.
- PESSENDA, L. C. R.; SAIA, S. E. M. G.; GOUVEIA, S. E. M.; LEDRU, Marie-Pierre; SIFEDDINE, A.; AMARAL, P. G. C.; BENDASSOLLI, J. A. (2010). Last millennium environmental changes and climate inferences in the Southeastern Atlantic forest, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (Impresso)*, v. 82, p. 717-729.
- PESSENDA, L. C. R.; VIDOTTO, E.; DE OLIVEIRA, P. E.; BUSO-JR, A. A.; COHEN, M. C. L.; ROSSETTI, D.F.; RICARDI-BRANCO, F. (2012). Late Quaternary vegetation and coastal environmental changes at Ilha do Cardoso mangrove record, southeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 363–364, 57–68.
- PINHEIRO, M. R. (2014). *Estudo morfotectônico da região da serra de São Pedro e do baixo Piracicaba/SP*. Tese de Doutorado em Geografia Física. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LEDRU, M.P.; BRAGA, P.I.S.; SOUBIE'S, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; TURCQ, B. (1996). The last 50.000 years in Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*. n. 123, p. 239-257.
- PEIXOTO, C. A. B; THEODOROVICZ, A. (2009). *Geodiversidade\_SP*. Disponível em: \\GATESP-SGB\C\$\SIG\_SP\Geodiversidade\Geodiversidade\_SP.shp
- QUEIROZ NETO, J.P.; JOURNAUX, A. (1978). *Carta geomorfológica de São Pedro-SP: Sedimentologia e Pedologia*. São Paulo. Instituto de Geografia - USP, (12):1-33.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. (1994). *História Ecológica da Terra*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. (1997). Late Quaternary paleoclimate in the savannas of South America. *Journal of Quaternary Science*, v. 12, n. 5, p. 371-379.
- SALLUN, A.E.M.; SUGUIO, K.; TATUMI, S.H.; YEE, M.; SANTOS, J.; BARRETO, A.M.F. (2007). Datação absoluta de depósitos quaternários brasileiros por luminescência. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 37, n. 2, p. 402-413.
- SCHEEL-YBERT, R. (2000). Vegetation stability in the southeastern Brazilian coastal area from 5500 to 1400 14C yr BP deduced from charcoal analysis. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 110:111-138.
- SCHEEL-YBERT, R.; GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; ARAVENA, R.; COUTINHO, L.M.; BOULET, R. (2003). Holocene palaeoenvironmental evolution in the São Paulo State (Brazil), based on anthracology and soil 13C analysis. *The Holocene*, v. 13, p. 73-81.
- SOUZA, A. O.; PEREZ FILHO, A. Evidências neotectônicas e mudanças climáticas em terraços fluviais da bacia do Ribeirão Araquá, São Paulo-BR. In: *Associação Portuguesa de Geomorfólogos (Org.)*. VII Congresso Nacional de Geomorfologia. Geomorfologia 2015. 1ed. Lisboa: Associação Portuguesa de Geomorfólogos, v. IX, p. 123-129, 2015.
- STORANI, D. L.; PEREZ FILHO, A. (2015). Novas informações sobre geocronologia em níveis de baixo terraço fluvial do rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, p. 191-199.
- THOMAS, M; THORP, M. B. (1995). Geomorphic response to rapid climatic and hydrologic change during the late Pleistocene and Early Holocene in the humid and sub-humid tropics. *Quaternary Science Reviews*, Vol. 14, pp. 193-207.
- WINTLE, A. G.; MURRAY, A. S. (2006). A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. *Radiation Measurements*, v. 41, p. 369-391.





## DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO E DINÂMICA FLUVIAL NA BACIA DO RIO MADEIRA: UM PERFIL NO PERÍODO DE CHEIA HIDROLÓGICA

H. Bernini<sup>(a)</sup>, J. M. Martinez<sup>(b)</sup>, D. Oliveti<sup>(c)</sup>, H. L. Roig<sup>(c)</sup>, J. A. C. Pinheiro<sup>(d)</sup>

(a) Instituto de Geociências/Universidade de Brasília, Faculdade de Rondônia – FARO  
henriquebernini@hotmail.com

(b) Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) / Institut de Recherche pour le Développement  
(IRD), Université Toulouse 3  
jean-michel.martinez@ird.fr

(c) Instituto de Geociências/Universidade de Brasília, Universidade  
roig@unb.br

(d) Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) /REPO Porto Velho-RO  
joana.pinheiro@cprm.gov.br

### Resumo

O monitoramento do transporte de sedimentos é considerado um dos processos-chave para o entendimento de sistemas ambientais por ser determinante na manutenção ecológica. Em grandes sistemas fluviais o transporte desses materiais ganha relevância no monitoramento, pois havendo desequilíbrio neste meio seus impactos gera situações adversas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar o perfil longitudinal da carga sólida em suspensão na bacia do rio Madeira e seus tributários até a estação de Porto Velho. Analisamos também os aspectos inerentes a geometria de cada seção estudada. A variação na Descarga Sólida em Suspensão do rio Madeira no trecho estudado esteve entre  $0,26.10^5$  a  $1,6.10^5$  ton/dia. As variações na carga em suspensão, inserido no contexto do complexo hidroelétrico do madeira, demonstra-se sensível a forma geométrica dos canais, sendo estes associados a processos morfológicos já existentes e que, com o efeito da barragem acentua a dinâmica sedimentar.

**Palavras chave:** Hidrossedimentologia, Sedimentos em Suspensão, Rio Madeira, Amazônia

### 1. Considerações gerais

O monitoramento do transporte de sedimentos é considerado um dos processos-chave para o entendimento de sistemas ambientais por ser determinante na manutenção ecológica, sobretudo em processos biogeoquímicos e sua interação com a ictiofauna. Numa rede hidrográfica, os rios exportam para os oceanos uma grande parte dos materiais incluídos no processo de erosão, tanto sob forma dissolvida como sob forma particulada (FILIZOLA & GUYOT, 2011). Na região tropical do planeta, grandes canais são formados sob um ambiente geológico orogênico, tendo como características, dentre outras, o aumento da taxa de erosão e consequentemente elevado fluxo de sedimentos até o oceano.

Pela sua magnitude, esses grandes sistemas fluviais que congregam o transporte desses materiais ganham relevância no monitoramento, pois havendo desequilíbrio neste meio físico seus impactos provocam assoreamento, desencadeando prejuízos a navegabilidade (por reduzir a profundidade) ou aumento dos riscos de enchente redução de capacidade do canal (Carvalho, 2000). Em condições de barramento no caudal se não houver um profundo conhecimento sobre esse mecanismo pode haver redução no volume útil de canais e reservatórios.

Sob a ótica da Geomorfologia Fluvial, a ausência de conhecimentos sobre os processos e dinâmicas que atuam em sistemas de grandes rios tropicais ainda é incipiente e deve ser considerado no planejamento geopolítico para aferir a viabilidade de diversas atividades econômicas. Sobre tudo para rios que são classificados como multicanal, conforme aborda Latrubesse (2008), estudos sobre o fluxo de sedimentos em suspensão serve para conhecer parte da dinâmica do escoamento fluvial por se relacionar com a forma de um curso d'água.

Fundamentando a análise de viabilidade das atividades econômicas, a construção de uma barragem, por exemplo, implica em modificações nas condições naturais do curso d'água, gerando redução na velocidade da corrente e, conseqüentemente, na capacidade de transporte de sedimentos pelo rio. Esta alteração na hidrodinâmica de um rio favorece processos de sedimentação em pontos estratégicos não só para a geração de energia como para outras áreas de maneira indireta.

Em uma avaliação preliminar das tendências atuais nas cargas de sedimentos, a partir dos registros de longo prazo da carga de sedimentos anual e do escoamento de 145 grandes rios, Walling & Fang 2003, realizaram uma análise de tendência e apontam que cerca de 50% dos registros de carga de sedimentos mostraram evidências de tendências ascendentes ou descendentes estatisticamente significativas. A maioria evidenciando cargas em declínio. Walling & Fang 2003, cita como exemplo de impactos no fluxo de sedimentos por barragens o caso do rio Mississippi (EUA), rio Danúbio (Roménia) e rio Nilo (África). Dang *et al.* (2010) também sugere que houve redução no aporte anual de sedimentos no rio Vermelho (China/Vietnam), após o fechamento da barragem do reservatório de HoaBinh.

No Brasil, estudos envolvendo transporte de sedimentos e sua relação com a vida útil de reservatórios ainda são incipientes, fato esse evidenciado pela carente rede sedimentométrica instalada no país, a qual conta com pouquíssimas estações em operação, dificultando assim estudos nessa área (LOUREIRO, 2008 in Menezes, 2014). Na bacia do rio Amazonas, certamente está a maior baixa de estações por quilômetro quadrado do país.

Para Latrubesse *et al.* (2005), oito entre os dez maiores rios do mundo são rios tropicais e pelo menos três afluentes do rio Amazonas encontram-se neste grupo. O rio Madeira, se destaca pelo seu aporte de descarga sólida de  $450.10^6$  ton/ano (Martinelli *et al.*, 1993 in Filizola 2003)

aproximadamente sendo que para Filizola & Guyot (2011), além dos valores de Martinelli (1993) verificaram que esta estimativa corresponde a 45% da carga sólida da bacia amazônica.

Sobre este cenário, propomos uma análise do perfil longitudinal da carga sólida em suspensão na bacia do rio Madeira e seus tributários até a estação de Porto Velho. Analisou-se os aspectos inerentes a geometria de cada seção estudada para conhecer detalhes do mecanismo hidráulico durante o período de cheia. Buscou-se também entender os efeitos do complexo hidroelétrico do rio madeira sobre este cenário.

## 2. Área de Estudo

Com uma área drenada de aproximadamente 1.420.103 km<sup>2</sup>, apresentando vazão média de 32.000 m<sup>3</sup>/s em sua foz, o rio Madeira surge da confluência entre os rios Beni e Mamoré, ambos com suas nascentes na Bolívia. Considerando seus afluentes principais possui *status* de um rio transfronteiriço, cuja maior parte do território drenado é a Bolívia (51%), seguido do Brasil (42%) e Peru (7%). O regime fluvial apresenta períodos de enchente (setembro a Janeiro) cheia (novembro à abril) e recessão (Junho à Outubro) bem definidos.

A relação entre o transporte de sedimentos e o regime fluvial do rio madeira possui um comportamento onde o aporte aumenta à medida em que a vazão aumenta, mas devido a disponibilidade do material transportado seu pico e decréscimo se inicia ainda no começo da fase de cheia como pode ser observado na figura 1.

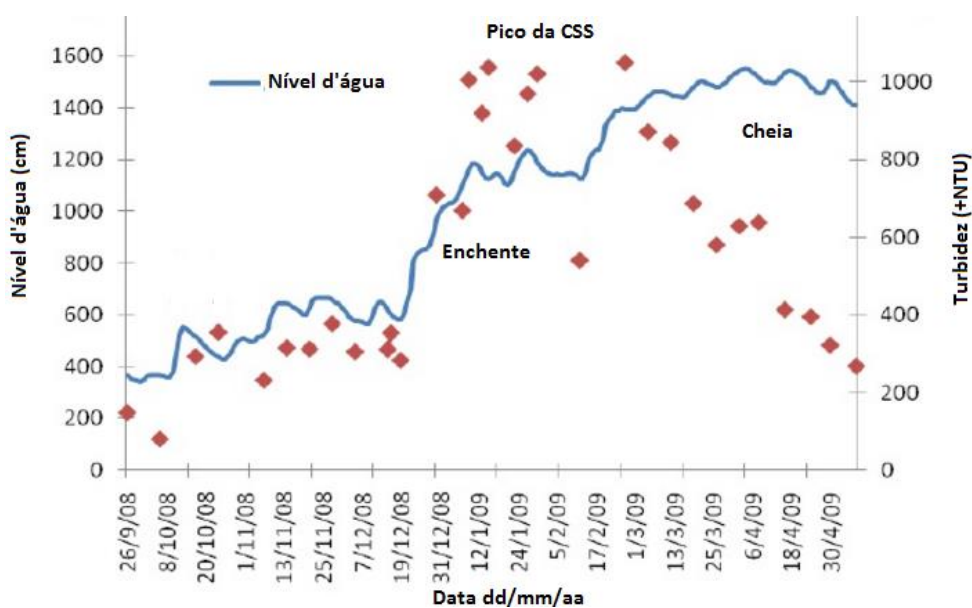


Figura 1 – Variação sazonal de descarga líquida e turbidez no período de enchente e cheia do rio Madeira.

O rio Madeira exerce um capítulo a parte na jornada sedimentar da bacia Amazônica. Assim como o rio Solimões, possui uma elevada taxa de produção de sedimentos, já que a parte mais alta está situada na região Andina (que corresponde apenas a 12% de toda bacia). O contexto erosivo da região andina da bacia do rio madeira é composto por rochas de fácil desagregação com baixo grau de proteção da cobertura vegetal e elevados níveis de precipitação (Carvalho *et al.*, 2005, Filizola & Guyot, 2011).

Embora existam outros fatores de ordem antrópica (transformação de áreas de floresta em agropecuária) na produção de sedimentos, o grande aporte de sedimentos ainda está associado à uma maior proveniência dos Andes, por meio dos rios Madre de Dios, Beni e Mamoré.

Acrescentando ao aporte transportado o alto grau natural de desagregação das terras às margens do rio Beni (um dos principais tributários) e rio Madeira, Carvalho *et al.*, (2005) comenta que, para a avaliação do assoreamento do reservatório da usina de Santo Antônio, a partir de informações do SENHAMI (Bolívia) as concentrações medidas chegam a alcançar 4.000 mg/l no rio Beni. O mesmo autor comenta que na região de Porto Velho, para os estudos de viabilidade da UHE de Santo Antônio, encontrou-se em média 721 mg/l sendo que, em períodos de enchente foram obtidos valores de concentração superiores a 3.000 mg/l.

Segundo os estudos que compõem o Relatório de Impacto Ambiental apresentado por FURNAS em 2006, em linhas gerais, considera-se que a granulometria dos sedimentos transportados pelo Rio Madeira seja de textura fina composta por 25% de argila, silte 60%, 12% de areia fina, 2,5% de areia média/grossa. Espera-se que a taxa de assoreamento no reservatório seja de 19% (1 ano), cerca de 5% (15 anos) e, em seguida, abaixo de 1% (30 anos).

No trecho estudado do rio Madeira, a caracterização física e hidráulica é condicionada por um controle geológico imposto por rochas rígidas do Escudo PréCambriano. A vazão flui em um canal cuja seção transversal é estável e bem definida com pouca presença de meandros, apresentando trechos multicanais por barras de areia e ilhas. No perfil longitudinal a morfologia fluvial confere desníveis longitudinais abruptos (cachoeiras), sendo duas bastante expressivas em sua queda (morrinhos e Teotônio).

Se ponderarmos o efeito hidráulico da barragem de Santo Antônio (situado a 7 km a montante da cidade de Porto Velho) e seus 85% (silte + Argila) de carga fina suspensa como estarão se comportando o fluxo de sedimentos acima e abaixo da barragem de Santo Antônio. É preciso destacar que a estrutura do vertedouro do tipo “a fio d’água” possui como característica uma alteração menor nas condições hidráulicas do canal (rio), uma vez que ela opera sem a necessidade de regularização da vazão.

### 3. Materiais e Métodos

As medições foram realizadas nos rios Mamoré (estação Guajará-Mirim), Beni (estação de Riberalta), Madre de Dios (estação Riberalta) e rio Madeira. A figura 2 destaca que as medições em riberalta foram realizadas a montante da confluência do rio Beni e Madre de Dios, além de uma segunda estação no rio Beni a jusante da confluência.

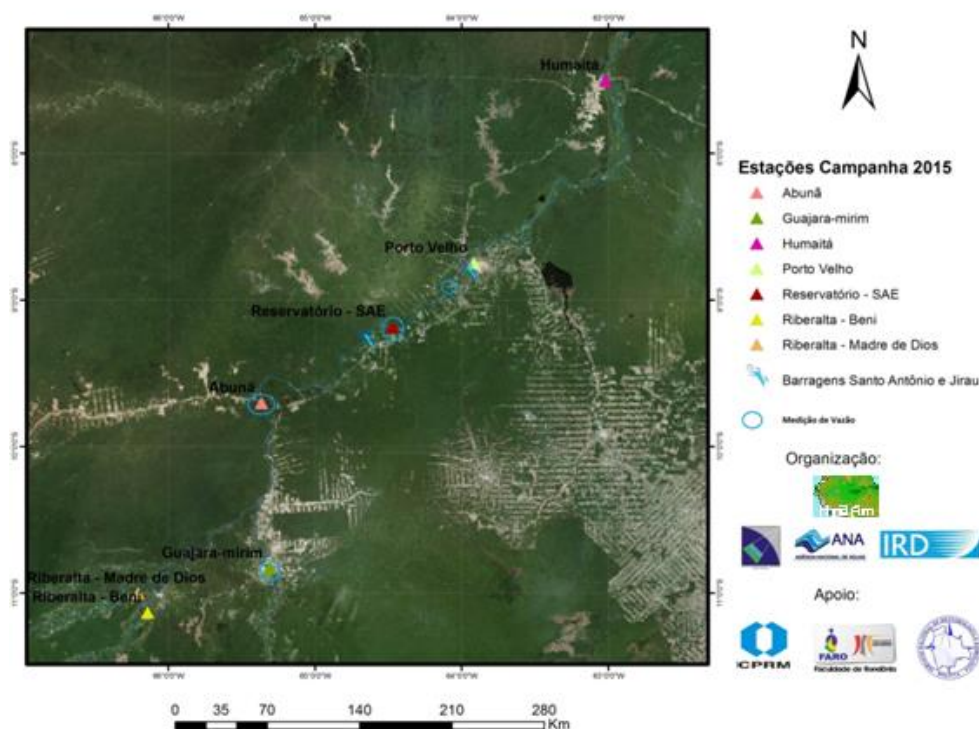


Figura 2 – Mapa das seções com dados de vazão e amostragem de sedimento.

No trecho do rio Madeira a coleta de dados foi adensada visando compreender melhor a dinâmica e os processos na região que formam os reservatórios, uma vez que são esperadas alterações provocadas pelas barragens de Santo Antônio e Jirau. A coleta de dados na bacia do rio Madeira se inicia na estação de Guajará mirim (rio Mamoré), passando pela estação boliviana de Riberalta (Rios Beni e Madre de Dios a montante da confluência e rio Beni a jusante da confluência).

Tabela I – Numero de estações e coleta de dados no rio Madeira e seus tributários

Rios	Número de estações	Parâmetros hidráulicos	Amostragem de Sedimentos
Beni	2	✓	✓
Madre de Dios	1	✓	✓
Mamoré	1	✓	✓
Madeira	7	✓	✓

No rio Madeira a coleta de dados se iniciou pela estação de Abunã, pertencente a rede nacional de dados hidrológicos. O trecho seguinte compreende estações a jusante da UHE Jirau, próximo a ilha do bufalo, seguindo pela coleta de dados a montante da foz do rio Jaci-Paraná, avançando sobre a região do salto morrinhos (agora submerso pelo reservatório da UHE Santo Antônio) e uma amostragem a montante da UHE Santo Antônio.

As onze seções foram visitadas em abril de 2016, correspondente ao período de máximo caudal. Isto vem de encontro as necessidades de uma base de dados sedimentométricos da bacia que congrega redes nacionais (Brasil/Peru/Bolívia) e o Observatório ORE-Hybam (IRD/França). Devido às dificuldades de logísticas para campanhas como esta, há uma carência de dados neste período hidrológico onde as condições do escoamento oferta energia para o transporte das partículas sólidas e dissolvidas.

A previsão climatológica na bacia durante este período indicou uma influência do El Nino sobre a quantidade de precipitação que esteve abaixo do esperado. Contudo, processos convectivos continuaram predominando sobre a região mantendo as condições de cheia durante o período estudado. Esta previsão foi confirmada a partir de dados da Plataforma de Coleta de Dados (PCD) na estação de Porto Velho, onde se registrou valores de caudal oscilando abaixo da cota com 50% de permanência.

Por se tratar de dados que compõe redes e observatórios, o método de campo que será explicado a seguir, deriva de protocolos cuja orientação é baseada na experiência de campanhas realizadas na Amazônia Brasileira, promovidas em parceria com a Agência Nacional Águas (ANA), Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Universidade de Brasília (UnB), Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia da Bolívia (SENAMHI) e Institut de Recherche pour Development (IRD). O Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia do Peru e Bolívia também são instituições que compõem a rede e o observatório.

### **3.1. Medição de vazão**

As medições de vazão são realizadas a bordo de uma embarcação do tipo lancha sendo o perfilador acústico acoplado a embarcação. Neste estudo utilizou-se um corrêntometro acústico de efeito Doppler (ADCP/RDI) com frequência de 600 Khz e M-9 (Sontek River Surveyor). Foram feitos 11 perfis transversais nas estações descritos na tabela 1. Desta coleta buscaram-se os seguintes parâmetros: 1 – Vazão; 2 – Largura; 3 – Profundidade; 4 – Velocidade média da descarga; 5 – Profundidade média; 6 - Área.

### 3.2. Amostragem de água e de matéria em suspensão

As amostragens para sedimentos em suspensão foram feitas com um equipamento de amostragem pontual (Figura 3). O amostrador apresenta um formato semelhante ao de um conduto de PVC/Alumínio de 2 litros. A garrafa possui duas aberturas nas extremidades ligadas a um gatilho para desarme. O desarme do gatilho é feito com o lançamento de um peso (mensageiro). Quando o mensageiro toca o gatilho, a garrafa se fecha, guardando no seu interior a água coletada a profundidade onde o amostrador se encontrar posicionado. Em geral as verticais de amostragem são localizadas na superfície, meia água (50% da profundidade) e fundo (75% da profundidade). Para determinar a concentrações coletou-se 0,5 litro.

As amostras foram processadas em laboratório utilizando-se o recomendado por protocolos da rede explicada anteriormente e também proposta por outros autores como Carvalho (2000). O método de filtração apresenta relativa precisão e é recomendado pela rapidez de operação e simplicidade de equipamento, sendo ideal para campanhas extensas e com razoável logística.

Para se determinar o transporte total de sedimentos em suspensão ( $Q_{ss}$ ) foi utilizada o método de Colby (1957) *in* Carvalho (2000), cuja fórmula leva em consideração o caudal ( $m^3/s$ ) e a média da CSS multiplicada pela quantidade de segundo em um dia.



Figura 3 - Amostrador pontual para a amostragem de sedimentos em suspensão.



## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Caudal e parâmetros hidráulicos

A figura 4 mostra o perfil dos principais tributários (lado esquerdo da figura) e três seções do rio Madeira (lado direito da figura). Primeiramente destaca-se a qualidade das medições com o equipamento M-9 cujo registro requer um manuseio especial em grandes rios com alta carga sedimentar, em especial com os cuidados na hora de registrar o caudal. Embora o resumo do perfil gerado pelo software River Surveyor da Sontek não apresente qualidade em algumas partes da seção, é possível notar a forma retangular da seção.

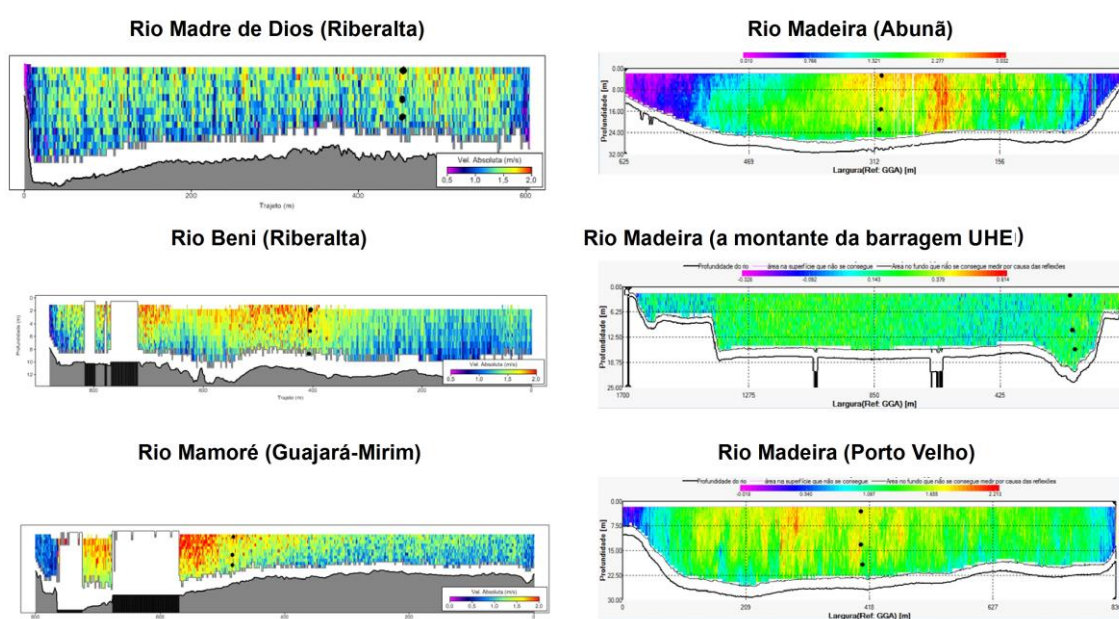


Figura 4 - Perfil transversal de seis seções contemplando os três dos principais tributários e três seções do rio Madeira, representando seções a montante das usinas, uma seção no reservatório de Santo Antônio e outro a jusante das barragens.

É possível destacar as principais características intrínsecas a canais retangulares, dentre elas, uma distribuição mais uniforme da velocidade do fluxo devido a regularidade do leito. Para o rio Beni a jusante da confluência com o rio Madre de Dios é observado uma forma retangular, no entanto com uma maior velocidade no meio da seção próximo a superfície. O rio Mamoré apresenta uma preferência de fluxo para a margem direita elevando as velocidades nesta porção.

O perfil das seções na calha principal da bacia se apresentam com formas trapezoidais, com exceção para o perfil próximo a barragem. Para exemplificar a forma natural do perfil geométrico do rio Madeira destaca-se as estações de Abunã e Porto Velho, sendo Abunã a montante do complexo hidrelétrico e Porto Velho a jusante. Nota-se que o perfil trapezoidal das

duas seções confere uma distribuição das velocidades menos uniforme se comparado com o perfil de seus tributários.

O perfil da seção a montante da usina de Santo Antônio mostra os efeitos do barramento na forma geométrica do canal, onde é possível detectar o aumento da linha d'água sobre parte do leito maior, reduzindo e reorganizando as velocidades do perfil. Embora o perfil se pareça retangular é possível ver que há um canal principal próximo a margem direita cuja velocidade demonstra ser igual em toda seção.

Este resultado demonstra que as seções próximas ao barramento tem a geometria do canal alterado se comparado com outras seções do alto/médio Madeira, tanto a montante como a jusante do complexo hidroelétrico instalado. Ainda que este trabalho não tenha feito levantamento sobre a declividade da linha d'água, é possível afirmar com base em Molina *et al.*, (2006) que a diminuição destes parâmetros têm afetado as velocidades e consequentemente produzindo um maior efeito sobre a capacidade de transporte do material em suspensão.

Neste sentido a tabela 2 mostra os principais parâmetros de dez estações também elaborados a partir da coleta de dados do ADCP. Iniciando os resultados pela velocidade média de cada seção estudada, é possível verificar a uma diminuição da velocidade entre as estações a jusante da UHE Jirau e montante da UHE Santo Antônio - SAE. A maior velocidade registrada durante esta campanha foi na estação de Abunã (1,65 m/s), seguido da estação em Porto Velho (1,36 m/s) enquanto que a menor velocidade foi registrada próximo a barragem da UHE SAE (1,03 m/s).

Tabela II – Síntese dos parâmetros hidráulicos em onze seções medidas.

<b>Rio (estação)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Vel. (m/s)</b>	<b>Vazão (m<sup>3</sup>/s)</b>
Beni (montante da confluência)	3020,54	403,46	7,80	1,17	3547,61
Madre de Dios	4442,04	596,06	7,60	1,16	5173,89
Beni (jusante da confluência)	6869,22	787	8,49	1,07	7315,74
Mamoré	10227,43	867,67	9,49	1,15	11350,22
Madeira (Abunã)	15598,57	627	19,81	1,62	24707,26
Madeira (jusante UHE Jirau)	22418,92	1283,59	16,50	1,14	25789,59
Madeira (Ilha Dionísio)	-	-	-	-	25789,59
Madeira (Morrinhos)	24857,55	1170,51	18,36	1,17	27177,41
Madeira (barragem UHE SAE)	26613,40	1788,53	11,77	1,03	26024,74
Madeira (Porto Velho)	19438,78	827,23	22,59	1,36	25628,43

A variação entre as velocidades nas estações dos tributários mostra que o rio Mamoré apresenta um valor similar aos rios Madre de Dios e Beni, variando de 1,15, 1,16 e 1,17 m/s

respectivamente. A tabela 2 indica um aumento da área de escoamento no rio Beni após a confluência como resultado da soma das vazões, reduzindo a velocidade para 1,07 m/s. Esta similaridade se deve a soma de dois fatores: 1 – a origem andina dos três tributários mais a passagem pela Depressão Sub-Andina do Beni e pela Depressão do Guaporé. Esta grande Bacia Quaternária, que se situa em posição de “back-arc” com relação à Cordilheira dos Andes forma esta região de planície aluvial e que forma o rio Madeira; 2 – embora o caudal e a área do rio Mamoré sejam maiores que a do Beni e Madre de Dios ele percorre um maior trecho em planície.

Para as estações deste estudo verificou-se que a profundidade média dos tributários não ultrapassaram 10 metros, sendo o rio Mamoré (9,49 m) com uma profundidade maior que o rio Beni após a Confluência (8,49 m). No rio Madeira a maior profundidade média registrada ocorre na estação de Porto Velho (22,50 m) seguido de Abunã (19,81 m). No trecho sob influência da barragem de Santo Antônio observa-se a uma variação entre 11,77 metros próximo ao barramento e 18,36 metros na estação de morrinhos, cujo nome se refere a corredeira existente e que ficou submersa após o enchimento do reservatório da UHE SAE.

Com relação a largura das seções nota-se que na região de reservatório as larguras superam 1 quilômetro de extensão, chegando a 1,78 km próximo a barragem UHE SAE. Conforme dito anteriormente, é possível detectar que a vazão ocupa nesta seção parte do leito maior em função do barramento, não sendo observado durante esta campanha este fato nas outras 3 estações sob influência dos barramentos. Este fator se revela desta maneira primeiramente devido as escolhas das estações estudadas ao longo da bacia, mas embora embora há aumento expressivo do nível d'água o modelo a fio d'água deste complexo hidrelétrico mantém boa parte do seu reservatório sob o próprio canal com nível próximo a 50% de permanência.

#### **4.2. Descarga Sólida em Suspensão**

A figura 5 mostra o perfil longitudinal das Descarga Sólida em Suspensão ( $Q_{ss}$ ) entre os tributários do rio Madeira (Beni, Madre de Dios e Mamoré) e o canal principal no eixo primário e Descarga Líquida ( $Q$ ) das respectivas estações. Como já explicado anteriormente o cálculo se baseia na média das concentrações de uma vertical e três profundidades (superfície, 50% e 75%). O registro do caudal mostra que a grande contribuição do rio Madeira está nestes três tributários e que até a Estação de Porto Velho há pouco incremento no caudal.

O gráfico da descarga sólida para o período de cheia desta bacia mostra que a soma da  $Q_{ss}$  do Madre de Dios com o Beni resulta em  $0,6 \cdot 10^5$  ton/dia e que, somado a  $0,4 \cdot 10^5$  ton/dia proveniente do rio Mamoré contribuem para  $1,6 \cdot 10^5$  ton/dia encontrado na estação de Abunã. A

diferença entre o valor dos tributários e o encontrado na estação de Abunã (a jusante) pode ser explicado pelo processo de ressuspensão do material que se encontra estocado neste trecho.

Deve-se ressaltar que estudos geológicos/geomorfológicos da região indicam que após a confluência dos rios Beni e Mamoré o controle litológico do embasamento pré-cambriano confere um padrão retilíneo em contraste com o padrão meândrico dos tributários na região fronteira da bacia conforme explica Quadros (1996) *in* Adamy & Romanini (2005). A estação de Abunã apresenta o papel geológico/geomorfológico da região se considerarmos a geometria do canal onde, a largura da seção é a menor e a profundidade a segunda maior entre as seções estudadas, evidenciando o estrangulamento da seção estreita e aprofundada, o que sugere uma maior capacidade de transporte de sedimentos.

A Qss a jusante de Abunã se mostrou variável até Porto Velho com tendência de queda nos valores gerais encontrados. Enquanto na estação de Porto Velho registrou-se  $1.10^5$  ton/dia no reservatório da UHE Santo Antônio a Qss variou entre  $0,6.10^5$  ton/dia na estação próximo a barragem a  $1,4.10^5$  ton/dia no trecho mais distante da barragem (ilha do Bufalo). Para Adamy & Romanini (2005), este segmento geomorfológico exibe uma característica importante observada no rio Madeira, representada pela sucessão de uma seqüência alternada de estrangulamentos e alargamentos da calha do rio.

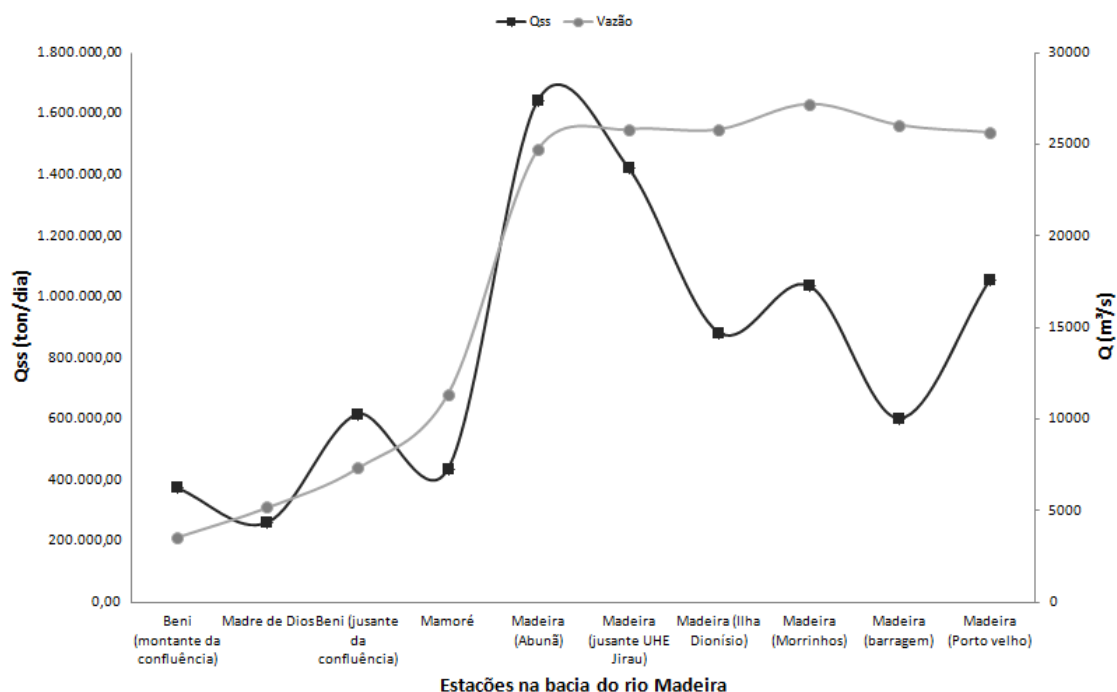


Figura 5 - Perfil longitudinal das Descarga Sólida em Suspensão (Qss) entre os tributários do rio Madeira (Beni, Madre de Dios e Mamoré) e o canal principal no eixo primário e Descarga Líquida (Q) das respectivas estações.

Esta sequência particular da geomorfologia fluvial do rio Madeira corrobora com o abatimento no aporte de sedimentos em suspensão, contudo, o barramento de Santo Antônio possivelmente está acentuando este processo, uma vez que houve mudanças nas condições hidráulicas do canal. Embora haja necessidade de se aprofundar sobre os aspectos da dinâmica fluvial através de formulações sobre a capacidade do canal de transportar sedimentos em suspensão, dentre outras formas de investigação, buscou-se correlacionar a Qss com dois parâmetros da geometria no canal para entender a sensibilidade desta carga sobre a forma do canal.

## 5. Conclusão

Considerando a metodologia aplicada neste trabalho e o apoio da literatura, de acordo com os resultados que alcançamos, pode-se concluir que o aporte encontrado no período de cheia é coerente com a grandeza da bacia. A variação na Descarga Sólida em Suspensão do rio Madeira no trecho estudado esteve entre  $0,26 \cdot 10^5$  a  $1,6 \cdot 10^5$  ton/dia. Estes valores demonstram que a magnitude do fenômeno é digno dos rios que demandam elevadas taxas de sedimentos para o oceano, que neste caso se dá por meio do rio Amazonas. As variações na carga em suspensão, inseridas no contexto do complexo hidroelétrico do Madeira, demonstra-se sensível a forma geométrica dos canais. Tais parâmetros estão associados a processos morfológicos já existentes e que com o efeito da barragem acentua a dinâmica do fluxo sedimentar (em termos de amplitude da carga). Para que seja validado tal raciocínio este estudo deve avançar formulações que descrevam a capacidade (energia) de transporte do fluxo sedimentar em suspensão.

## 6. Bibliografia

- Adamy, A., & Romanini, S. J. *Geomorfologia – Setor Santon Antônio*. Estados de Rondônia e Amazonas. Brasília; FURNAS/CPRM, 2005, Porto Velho-RO.
- Carvalho, N., Filizola Jr., N., Santos, Lima, P., Werneck, J., (2000). *Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios*. ANEEL. Brasília, DF.
- Carvalho, N. O., et. al., (2000). *Revisão dos estudos sedimentológicos do rio Madeira e Mamoré*. Simpósio Brasileiro de recursos Hídricos, (2005) João pessoa. ANAIS.. João Pessoa: ABRH, 2005. CD Rom.
- Filizola, N. J., (2003). *Transfert sédimentaire actuel par les fleuves amazoniens*. Tese de Doutorado. Toulouse: Université Paul Sebatier III.
- Filizola, Naziano, Guyot J.L. *Fluxo de sedimentos em suspensão nos Rios da Amazônia*. Revista Brasileira de Geociências, dezembro de 2011.
- FURNAS (Furnas Centrais Elétricas S.A.), CNO (Construtora Noberto Odebrecht S.A.), 2006., Leme Engenharia EIA – *Estudo de Impacto Ambiental Aproveitamentos Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira-RO*. Tomo E. Complementação e Adequação às Solicitações do IBAMA. Leme Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- Latrubesse, E.M.; Stevaux, J.C.; Sinha, R. 2005. *Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral*. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 6 número 1 (2005) 01-18. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/?pg=9>. [Acedido em 14 de março de 2016]

Molina J. C. 2006, Análisis de los Estudios de Impacto Ambiental del Complejo Hidroeléctrico *del Rio Madera*. Hidrología y Sedimentos Foro Boliviano sobre Medio Ambiente y Desarrollo (FOMADE), La Paz, Bolivia.

Walling W. and D. Fang (2003), Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers, *Global and Planetary Change*, 39(1–2), Pages 111-126, ISSN 0921-8181. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09218181>. [Acedido em 23 de agosto de 2015]



## ANÁLISE DE COBERTURAS SUPERFICIAIS EM SEQUÊNCIAS DE FORMAS FLUVIAIS DO RIO ITAPICURU – BAHIA/BRASIL

K. C. Lima<sup>(a)</sup>, A. Perez Filho<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas/Brasil  
kleberlima@ige.unicamp.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/ Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas/Brasil  
archi@ige.unicamp.br

### Resumo

Estudos sobre coberturas superficiais de terraços fluviais e aluviões recentes no Estado da Bahia/Brasil são escassos, embora as mesmas possuam registros importantes acerca dos processos deposicionais em escala de tempo recente, especificamente durante o Holoceno. Esse trabalho apresenta uma discussão sobre os processos de deposição do material de recobrimento superficial em sequências de baixos terraços e aluviões recentes em trechos do rio Itapicuru, Estado da Bahia, com base em idades absolutas obtidas por meio de Luminescência Opticamente Estimulada, análise granulométrica e estatística de coberturas superficiais. Os resultados demonstraram que o rio Itapicuru transportou carga sedimentar grosseira nos últimos 2.000 anos, devido a predominância de areias nos depósitos correlativos e as idades absolutas, apesar das intercalações de materiais finos. Variações no regime fluvial, associadas a pulsações climáticas ocorridas durante o Holoceno Superior podem ter sido as responsáveis pela elaboração das formas mais recentes e pela reativação dos terraços intermediários.

**Palavras chave:** Coberturas Superficiais, LOE, Itapicuru, Holoceno.

### 1. Introdução

Alternâncias climáticas ocorridas durante o Quaternário são variáveis responsáveis pela elaboração de terraços fluviais pois favorecem a deposição de sedimentos no vale durante fases climáticas secas e entalhamento do canal fluvial durante fases úmidas. Essa sequência de deposição e incisão contribuem para a ocorrência de diferentes níveis de terraço no vale fluvial (Leopold *et.al.*, 1964; Schumm, 1973; Blum e Törnqvist, 2000) e, características como largura, posicionamento topográfico e profundidade do depósito que preenche o terraço, estão associadas à magnitude e a frequência dos eventos responsáveis pela sua formação (Fryirs e Brierley, 2013). Grande parte dos terraços que compõem as paisagens contemporâneas são de idade pleistocênica ou holocênica (Goudie, 2010), e possuem registros das mudanças relacionadas aos regimes fluviais decorrentes das variações climáticas.

Sobre a gênese e evolução geomorfológica da Bahia, King (1956) e Tricart (1958) afirmou que oscilações climáticas ocorridas durante o Quaternário afetaram o Estado e que diversas formas de relevo indicam essa sucessão entre climas úmidos e climas secos. Essas variações teriam sido as responsáveis pela formação de diferentes níveis de terraços fluviais em rios da porção leste da Bahia. Posteriormente, Tricart e Silva (1968) descreveram os terraços fluviais do rio



Itapicuru, e afirmaram que a ocorrência de níveis bem definidos com características distintas resultaria de oscilações climáticas eficazes. Afirmaram ainda que existem evidências de mudanças morfoclimáticas profundas entre o período atual e o período de deposição do material que compõe os terraços.

Os trabalhos realizados pelos autores citados tiveram papel fundamental na escala regional, no entanto, pesquisas recentes sobre o Quaternário continental da Bahia são escassas. Destacam-se as desenvolvidas por Barreto et.al. (1996), Ribeiro e Carvalho (2009), Santos (2015). Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo discutir as dinâmicas de deposição fluvial do rio Itapicuru, por meio da análise e interpretação de dados das coberturas superficiais de terraços e aluviões recentes. Considera-se que a cobertura superficial possui registros significativos acerca das dinâmicas recentes de deposição pois podem evidenciar processos de estabilização e reativação das formas de relevo (Queiroz Neto, 2011; Storani e Perez Filho, 2015).

## **2. Características regionais**

O rio Itapicuru possui extensão aproximada de 567 km sendo que, a área pesquisada ocorre nos compartimentos geomorfológicos situados ao longo de 200 km da foz do rio em direção a montante. Nesse trecho, o rio Itapicuru drena três compartimentos do relevo percorrendo rochas sedimentares da Bacia Tucano Central, rochas do embasamento cristalino e sedimentos inconsolidados do Grupo Barreiras (CPRM, 2004).

Os compartimentos geomorfológicos nesse trecho são o Pediplano Sertanejo, os Tabuleiros do Itapicuru e os Tabuleiros Costeiros (Brasil, 1983). Ocorrem nessa área clima semiárido, climas de transição subúmido a seco e subúmido/úmido e clima úmido (SEI, 1998). O clima semiárido é o predominante nesse trecho, atuando sobre o Pediplano Sertanejo e os Tabuleiros do Itapicuru, ao passo que os climas de transição e o clima úmido atuam sobre os Tabuleiros costeiros.

Segundo o mapa geomorfológico do Projeto RadamBrasil (Brasil, 1983), ocorrem modelados de acumulação em forma de terraço fluvial de maneira expressiva nos compartimentos geomorfológicos associados às formações sedimentares da Bacia do Tucano e ao Grupo Barreiras.

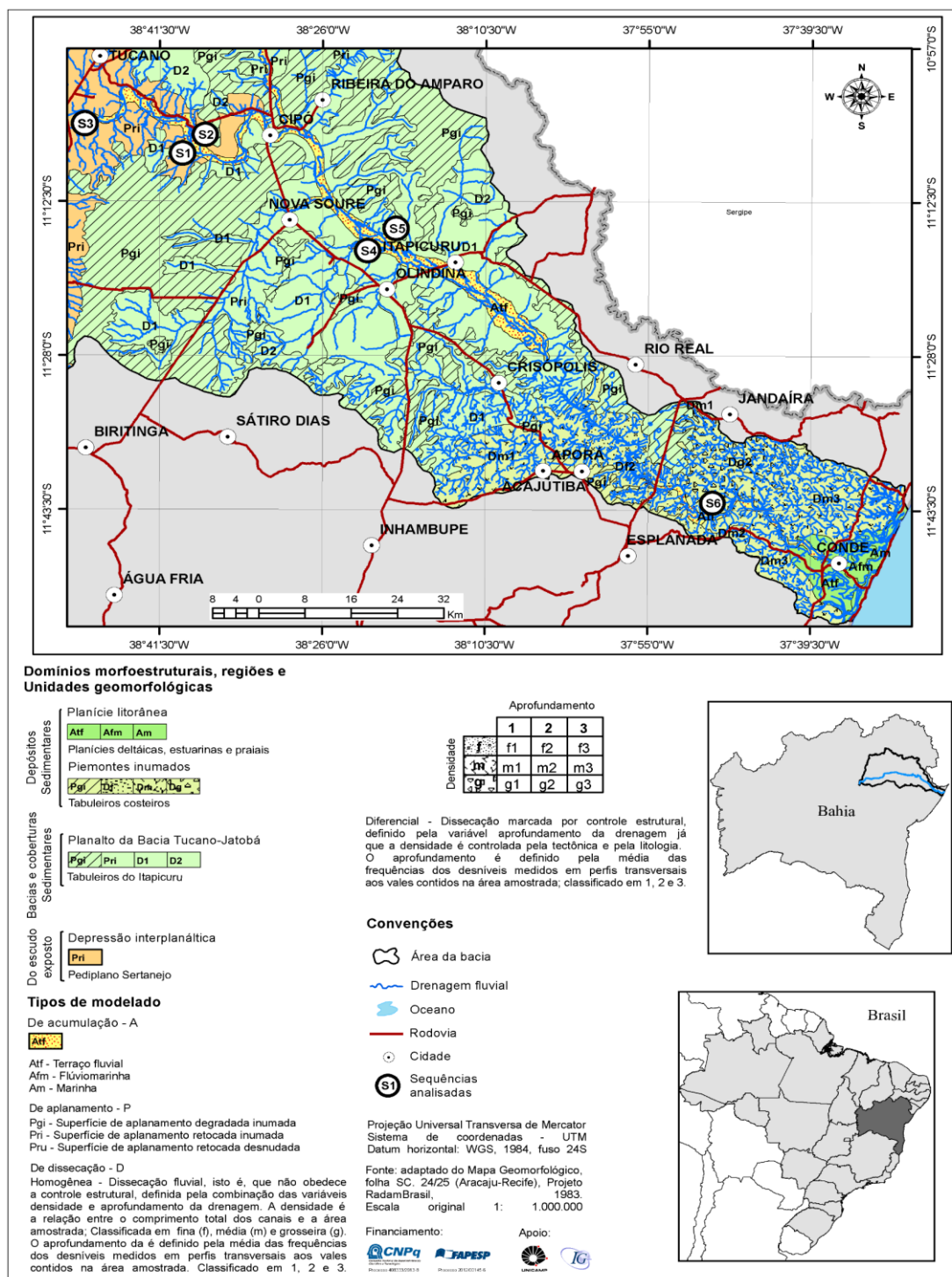


Figura 1 – Mapa Geomorfológico do baixo curso do Rio Itapicuru.

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1. Seleção das áreas amostrais

Com base nos compartimentos geomorfológicos (Brasil, 1983), foram selecionadas três áreas com ocorrência de terraços fluviais anteriormente identificados e descritos por Tricart e Silva

(1968). Em cada uma foram selecionadas sequências de terraços fluviais e aluviões recentes diques marginais e *point bar*, situados abaixo do terraço inferior).

- Caldas do Jorro – Cipó

No trecho situado entre o distrito de Caldas do Jorro e a cidade de Cipó, foram selecionadas uma sequência de baixo terraço e dique marginal na margem direita do rio e duas sequências de baixo terraço e *point bar*, cada uma em uma margem do canal. Nessa área, os depósitos aluvionares estão associados aos folhelhos e arenitos do Grupo Ilhas e os arenitos e argilitos da Formação São Sebastião (CPRM, 2004), sob atuação de clima semiárido (SEI, 1998). Segundo Tricart e Silva (1968), ocorrem nessa área três níveis de terraço bem desenvolvidos.

- Itapicuru - Olindina

Nas proximidades das cidades de Itapicuru e de Olindina, foi selecionada uma sequência de médio terraço, baixo terraço e *point bar* na margem direita e uma sequência de médio terraço, baixo terraço e dique marginal na margem esquerda do rio. Esta área está sob atuação de clima semiárido, transicionando para clima subúmido a seco (SEI, 1998). Os terraços fluviais ocorrem em três níveis, segundo descrições de Tricart e Silva (1968), sobre os depósitos aluvionares situados entre a Formação São Sebastião e os conglomerados e arenitos da Formação Marizal (CPRM, 2004).

- Esplanada – Jandaíra

Na área situada entre as Cidades de Esplanada e Jandaíra foi selecionada uma sequência de médio e baixo terraço fluvial, situada na margem esquerda do rio. O fundo do vale do Itapicuru é composto por rochas cristalinas do Complexo Salvador-Esplanada e os topos dos tabuleiros são formados sobre argilitos puros, arenitos argilosos a arenosos e conglomerados do Grupo Barreiras (CPRM, 2004). Nessa área predomina clima úmido com chuvas bem distribuídas ao longo do ano (SEI, 1998).

### 3.2. Trabalho de campo

No trabalho de campo foram abertas trincheiras com profundidade de 1 metro. As coberturas superficiais foram descritas e coletadas amostras para análise granulométrica na profundidade 0 – 20 cm e na profundidade 80 – 100 cm. Para datação por LOE, foram coletadas amostras com tubos opacos de PVC de 60 cm de extensão e 6 mm de diâmetro, enterrados horizontalmente por percussão, entre 80 e 100 cm de profundidade. Ao final da coleta, os tubos foram fechados e acondicionados em sacos pretos para evitar exposição do material à luz solar (Magalhães Jr. *et al.*, 2011; Storani e Perez Filho, 2015).

### 3.3. Datação por LOE

As amostras foram datadas pelo Laboratório Datação, Comércio e Prestação de Serviços Ltda., com sede na cidade de São Paulo (SP/Brasil). O material da parte central dos tubos foi extraído em ambiente de luz vermelha e passou por tratamentos químicos e separação de grãos de quartzo (100 - 160  $\mu\text{m}$ ) isentos de matéria orgânica e metais pesados, com o objetivo de eliminar possíveis sinais residuais. Uma parte do material foi submetida à radiação solar para decaimento dos isótopos de urânio (U), tório (Th) e potássio (K) e posteriormente obteve-se a curva de calibração (Murray e Roberts, 1997) por meio das amostras que foram irradiadas com as doses pré-definidas (Gy).

Os valores das paleodoses foram obtidos pelo método *Single Aliquot Regenerative-dose* - SAR (Murray e Wintle, 2000; Wintle e Murray, 2006) com aplicação de 15 alíquotas para a aquisição do valor médio das doses equivalentes (DE). As idades absolutas foram obtidas através da relação entre a paleodose ou DE e a dose anual. A acurácia do valor médio da DE e o desvio padrão das amostras (Clarke, 1996; Clarke et al., 1999) foram verificados com o objetivo de identificar possíveis falhas na coleta do material.

### 3.4. Análise granulométrica

A análise granulométrica foi realizada pelo Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola/ Universidade Estadual de Campinas. O método empregado foi o da pipeta (Camargo et al., 1986) para a determinação da classe textural da cobertura superficial, nas frações areia muito grossa (2000  $\mu\text{m}$ ), areia grossa (1000  $\mu\text{m}$ ), areia média (500  $\mu\text{m}$ ), areia fina (250  $\mu\text{m}$ ), areia muito fina (125  $\mu\text{m}$ ), silte (63  $\mu\text{m}$ ) e argila ( $\leq 2 \mu\text{m}$ ). Após a obtenção dos resultados do laboratório, foi realizada a análise estatística pelo método gráfico (Folk e Ward, 1957) no Gradistat 6.0 (Blott and Pye, 2001).

## 4. Resultados e Discussões

### 4.1. Níveis de terraço

Entre Caldas do Jorro e Cipó, foram identificados três níveis de terraços assimétricos cujo nível mais baixo está posicionado cerca de 5 metros acima do leito atual, o nível intermediário a cerca de 10 metros e o nível superior a cerca de 15 metros. Os baixos terraços são simétricos e ocorrem em ambas as margens do rio, assim como o nível intermediário. O seu posicionamento topográfico corrobora com as descrições de Tricart e Silva (1968).

Cerca de 5 km de Cipó, em direção a montante, foi identificado um nível de terraço elevado, a aproximadamente 23 metros de altitude acima do leito atual, compondo uma sequência de 4

níveis de terraço (figura 2). Essa sequência contradiz as descrições de Tricart e Silva (1968) para esse ponto específico, pois os autores posicionaram o nível mais elevado a cerca de 30 metros acima do canal atual. A ocorrência de mais de dois níveis apenas na margem direita do rio, indica o sentido preferencial da migração do canal fluvial e sugere influência estrutural.

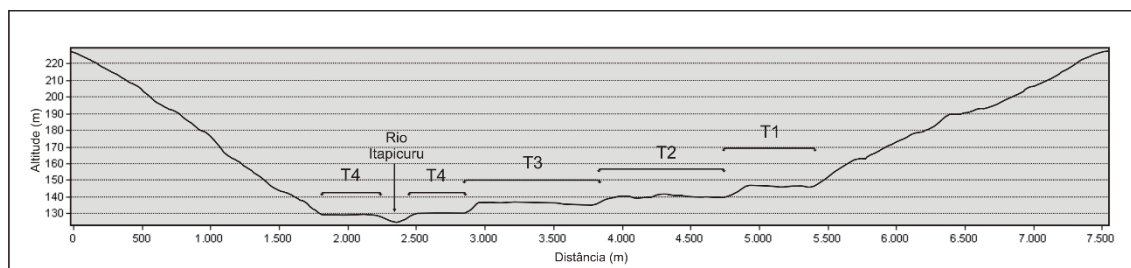


Figura 2 – Perfil topográfico do vale do Rio Itapicuru, evidenciando a ocorrência de quatro níveis de terraço nas proximidades de Cipó.

Em direção a jusante, nas proximidades de Olindina e Itapicuru, ocorrem três níveis de terraço bem desenvolvidos (Tricart e Silva, 1968) sendo que, ora os terraços são assimétricos indicando o deslocamento preferencial do canal, ora são simétricos e parelhados, indicando longos processos de aplainamento e rápidas incisões do canal. O nível mais baixo encontra-se a 5 metros do canal atual, o intermediário a 9 metros e o superior a cerca de 15 metros. Ao contrário do que ocorre na área anterior, a planície aluvial é frequente e os aluviões recentes estão cerca de 2 metros acima do canal fluvial.

No trecho entre Esplanada e Jandaíra, ocorrem dois níveis de terraço sendo o nível mais elevado pouco frequente. Foram observados apenas dois fragmentos do nível mais elevado. Os baixos terraços situam-se cerca de 3 metros acima do rio e o mais elevado cerca de 6 metros (figura 3). Acredita-se que a elaboração de apenas dois níveis de terraço nesse trecho esteja associada a baixa disponibilidade de material depositado lateralmente, já que o vale se desenvolveu sobre rochas cristalinas. A resistência do material também teria contribuído para a baixa incisão do canal.

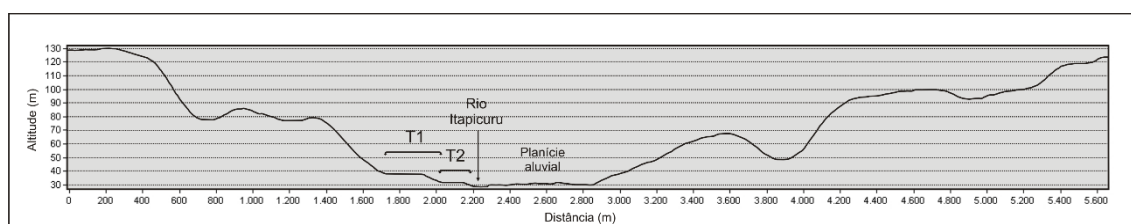


Figura 3 – Perfil topográfico do vale do Rio Itapicuru, evidenciando a ocorrência de dois níveis de terraço nas proximidades de Esplanada.

#### 4.2. Características das coberturas superficiais

O grupo textural das amostras de terraços fluviais variou entre areia, areia lamosa e lama arenosa, pobremente a muito pobremente selecionada. Nas amostras de aluviões recentes, predominou o grupo textural arenoso moderadamente selecionado com ocorrência de cascalho em *point bar* e intercalações de areia lamosa e lama arenosa muito pobremente selecionados nos diques marginais.

As coberturas superficiais dos terraços médios apresentaram uniformidade nas trincheiras com relação ao grupo textural, com predomínio de areia lamosa nos terraços da região de Itapicuru-Olindina e lama arenosa no terraço médio próximo a Esplanada (figura 4). Nos baixos terraços analisados, as coberturas superficiais apresentaram intercalações de areia lamosa, lama arenosa, areia e lama (figura 4). As intercalações de grupos texturais diferentes em um mesmo perfil podem indicar variações no débito fluvial que poderiam estar associadas às variações climáticas pretéritas.

Nas amostras de coberturas superficiais dos aluviões recentes, predominou textura arenosa com presença de cascalho em algumas profundidades dos perfis (figura 4). Nos diques marginais, ocorreram intercalações de areia com areia lamosa na sequência 5 e areia lamosa na sequência 3 (figura 4).

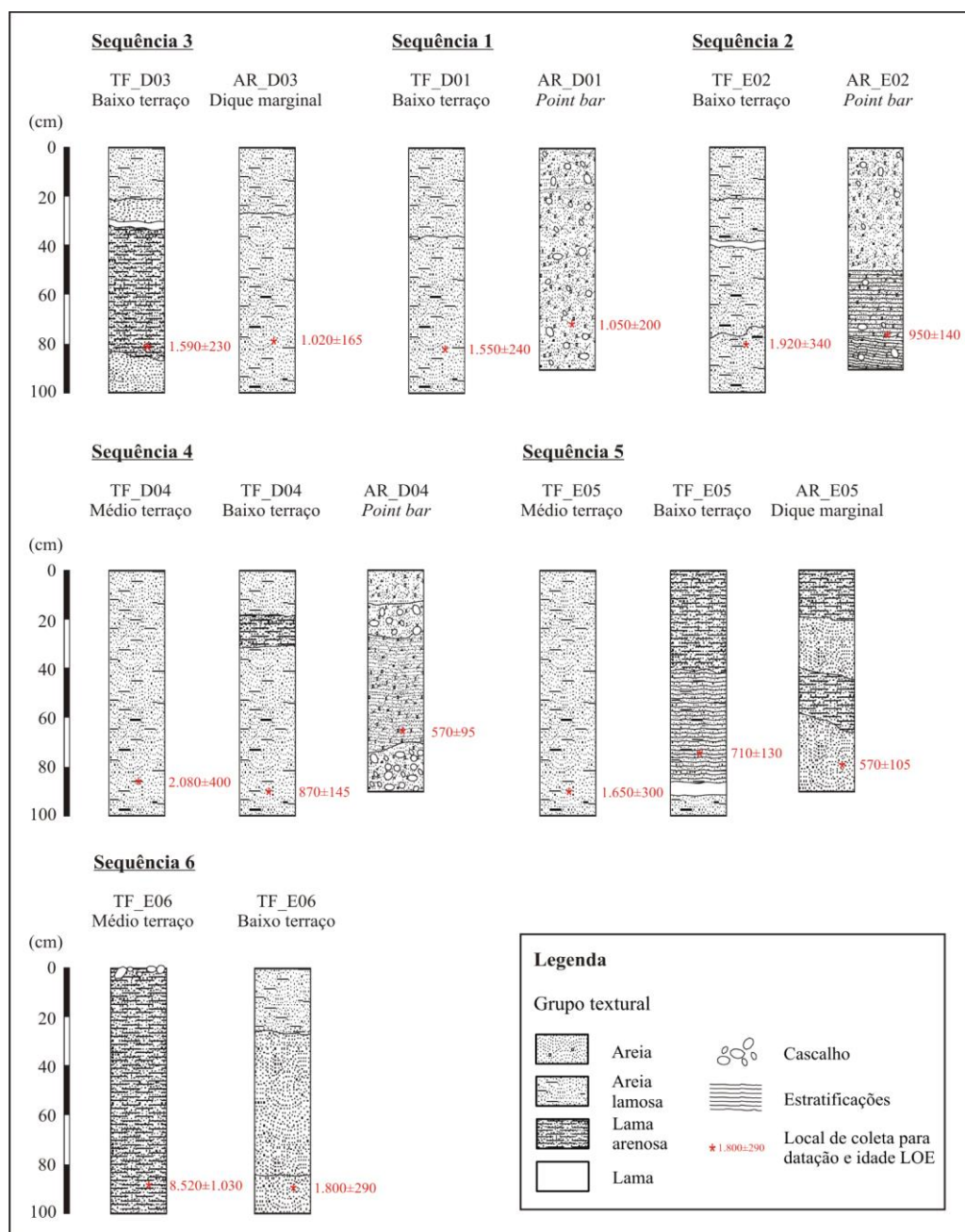


Figura 4 – Perfil topográfico do vale do Rio Itapicuru, evidenciando a ocorrência de dois níveis de terraço nas proximidades de Esplanada.

#### 4.3. Idades LOE

O desvio padrão das amostras apresentou valores abaixo de 2 e o grau de dispersão das doses equivalentes por alíquota única foi baixo, atestando a confiabilidade do resultado. As idades obtidas são cronologicamente consistentes – as coberturas superficiais do médio terraço são mais antigas e as coberturas superficiais dos aluviões recentes, mais jovens (tabela 1).

Tabela I – Dados e idades calculadas a partir de amostras LOE em terraços fluviais e aluviões recentes do rio Itapicuru.

Amostra	Forma	DP	Th (ppm)	U (ppm)	K (%)	D_an (μGy/ano)	P (Gy)	Idade (anos)
S1_BT	Terraço	1,2	6,091±0,219	1,437±0,121	1,541±0,223	2.600±280	4	1.550 ± 240
S1_AR	Dique	1,1	2,748±0,099	0,816±0,290	0,679±0,098	1.300±185	1,3	1.050 ± 200
S2_BT	Terraço	1,2	2,679±0,096	0,481±0,152	0,967±0,140	1.500±190	2,9	1.920 ± 340
S2_AR	<i>Point bar</i>	2,6	6,428±0,231	1,526±0,056	1,415±0,205	2.510±240	2,4	950 ± 140
S3_BT	Terraço	1,7	6,880 ± 0,248	1,816 ± 0,101	1,310 ± 0,190	2.520 ± 240	4,0	1.590 ± 230
S3_AR	<i>Point bar</i>	1,1	6,307 ± 0,227	1,534 ± 0,209	1,361 ± 0,197	2.450 ± 270	2,5	1.020 ± 165
S4_MT	Terraço	0,4	4,146±0,149	0,907±0,355	0,551±0,080	1.300±185	2,7	2.080 ± 400
S4_BT	Terraço	0,5	4,175±0,150	0,766±0,196	0,664±0,096	1.390±160	1,2	870 ± 145
S4_AR	<i>Point bar</i>	0,6	1,392±0,070	0,400±0,115	0,607±0,088	1.060±125	0,6	570 ± 95
S5_MT	Terraço	1,1	2,169±0,078	0,718±0,246	0,369±0,053	920±125	1,5	1.650 ± 300
S5_BT	Terraço	0,5	3,984±0,143	1,093±0,296	0,894±0,130	1.700±220	1,2	710 ± 130
S5_AR	Dique	0,3	4,037±0,145	1,192±0,315	1,613±0,234	2.450±330	1,4	570 ± 105
S6_MT	Terraço	2	7,384±0,266	1,556±0,036	0,633±0,092	1.750±125	14,9	8.520 ± 1.030
S6_BT	Terraço	0,4	3,255±0,117	0,752±0,134	0,696±0,101	1.335±150	2,4	1.800 ± 290

As idades das coberturas superficiais dos baixos terraços situados entre Caldas do Jorro e Cipó (sequências 1, 2 e 3) estão no mesmo intervalo de tempo, entre 1.310 e 1.900 anos A.P. (figura 5), assim como os aluviões recentes (entre 810 e 1.050 anos A.P.) (figura 5).

Acredita-se que os eventos fluviais responsáveis pela deposição das coberturas superficiais no nível inferior de terraço e nos aluviões recentes dessa área, ocorreram em intervalos de tempo curto, o que indicaria um possível pulso climático úmido durante o Holoceno, responsável pelo rápido entalhamento e formação do terraço inferior e posterior preenchimento do canal com depósitos arenosos e estabelecimento do canal atual sob condição climática seca.

Os terraços médios das sequências 4 e 5 possuem correspondência topográfica, mesmo em margens opostas, assim como correspondência textural e cronológica (tabela 1). As idades absolutas apresentaram o mesmo intervalo de tempo e pertencem ao Holoceno Superior (figura 5). As correspondências entre os terraços médios nessa área sugerem a ocorrência de um evento deposicional de magnitude considerável entre 1.600 e 2.000 anos A.P. (figura 5), responsável pela deposição do material que recobre esses terraços.

Entre 870 e 710 anos A.P., os baixos terraços receberam sedimentos de diferentes grupos texturais. Ocorreram nesse trecho intercalações de areias, areia lamosa, lama arenosa e lama, o que pode indicar que nesse período, o regime fluvial foi irregular, favorecendo a deposição de sedimentos de diversos grupos texturais. Os aluviões recentes apresentaram idades próximas às dos baixos terraços (figura 5). A diferença relativamente curta entre as idades indica a ocorrência de pulsações climáticas holocênicas.



No trecho entre Esplanada e Jandaíra, a cobertura superficial do terraço mais elevado apresentou grupo textural lama arenosa com idade correspondente ao Holoceno Médio (figura 5), indicando a última contribuição de eventos deposicionais fluviais nesse trecho do rio Itapicuru. Entretanto, a cobertura superficial do baixo terraço apresentou intercalações de areia lamosa e areia com 1.800 anos A.P (figura 5). A diferença elevada de idade entre os terraços indica que as após 8.000 anos as vazões do Itapicuru não foram eficazes o suficiente para reativar o terraço mais elevado nessa área.

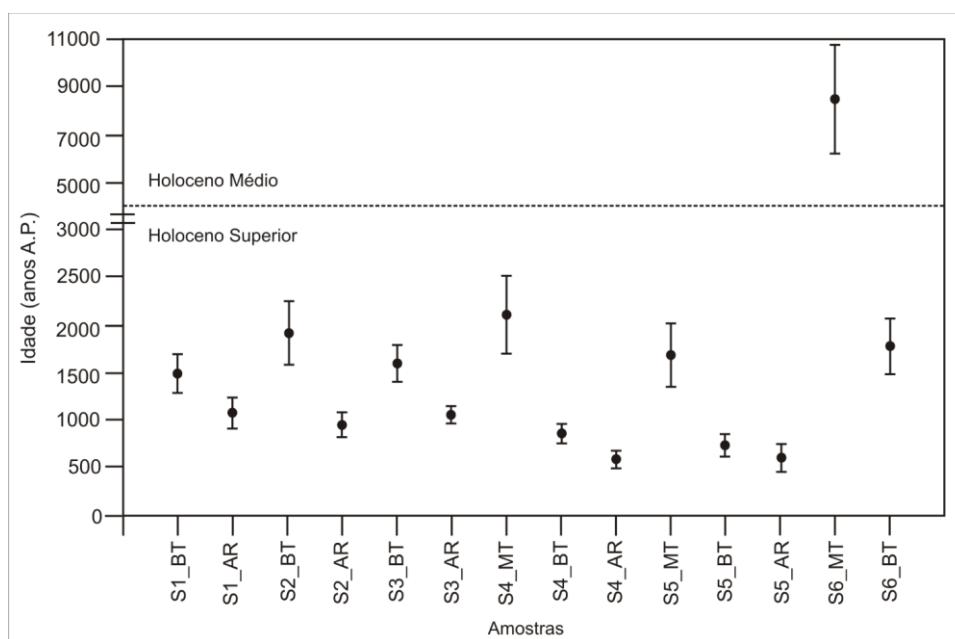


Figura 5 – Gráfico das idades LOE com desvio padrão das amostras, associadas ao Holoceno Médio e Holoceno Superior.

## 5. Considerações finais

Os eventos deposicionais relacionados aos terraços fluviais e aluviões recentes nas áreas analisadas do rio Itapicuru apresentaram idades mais recentes que o esperado, correspondendo ao Holoceno Superior. Devido a extensão do trecho analisado, não foi possível estabelecer um padrão de deposição e evolução das coberturas superficiais dos terraços fluviais e aluviões recentes. No entanto, foi possível levantar questionamentos quanto a complexidade dos ambientes fluviais e os processos deposicionais associados a eventos climáticos pretéritos.

As sequências de terraços e aluviões analisadas nas três áreas distintas demonstraram diferenças climáticas entre si, na medida que os grupos texturais que compõem as formações superficiais apresentaram disparidades. As intercalações sucessivas de areias com sedimentos finos do tipo lama nos baixos terraços das sequências 2, 3, 4 e 5, podem indicar a variabilidade do regime fluvial do Itapicuru durante o Holoceno Superior e que pode estar associada a pulsações

climáticas ocorridas nos últimos 2.000 anos. Nos terraços médios, a uniformidades dos sedimentos das coberturas superficiais podem sugerir a constância do período climático seco que teria favorecido a deposição do material.

Considera-se ainda que, dada a extensão do rio Itapicuru, faz-se necessária a análise e interpretação de coberturas superficiais em outros trechos, e também nos níveis superiores dos terraços, no sentido de complementar as informações referentes aos processos deposicionais ocorridos durante o Holoceno e Pleistoceno. Também, é necessário estabelecer relações dos dados apresentados nesse trabalho com dados demonstrados por outros autores em escala regional e global.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo 408333/2013-8, e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2012/00145-6, pelo financiamento da pesquisa.

## 7. Bibliografia

- Barreto, A.M.F. (1996). *Interpretação paleoambiental do Sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia*. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Blott, S.J.; Pye, K. (2001). Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1237–1248.
- Blum, M.D.; Torbjörn, E. (2000). Fluvial responses to climate and sea level change: a review and look forward. *Sedimentology*, 47, suppl.1, 2-48.
- Camargo, O.A.; Moniz, A.C.; Jorge, J.A.; Valadares, J.M. (1986). *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas.
- Clarke, M.L. (1996). IRSL dating of sands: bleaching characteristics at deposition inferred from the use of single aliquots. *Radiation Measurements*, 26, 611-620.
- Clarke, M.L.; Rendell, H.M.; Wintle, A.G. (1999). Quality assurance in luminescence dating. *Geomorphology*, 29, 173-185.
- Folk, R.L.; Ward, W.C. (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.
- Fryirs, K.A.; Brierley, G.J. (2013). *Geomorphic Analysis of River Systems: An Approach to Reading the Landscape*. Wiley-Blackwell.
- Goudie, A. (2010). *Encyclopedia of Geomorphology*. Springer.
- King, L. (1956). Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, 147-267.
- Leopold, L.; Wolman, M.G.; Miller, J.P. (1964). *Fluvial processes in geomorphology*. W.H. Freeman and Company.
- Magalhães JR., A.P.; Cherem, L.F.S.; Barros, L.F.P.; Santos, G.B. (2011). OSL dating of sediments from a mountainous river in southeastern Brazil: Late Cenozoic tectonic and climatic implications. *Geomorphology*, 132, 187–194.

- Murray, A.S.; Roberts, R.G. (1997). Determining the burial of single grains of quartz using optical dating. *Earth and Planetary Science Letters*, 152, 163-180.
- Murray, A.S.; Wintle, A.G. (2000). Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiations Measurements*, 32, 57-73.
- Queiroz Neto, J. P. (2011). O estudo de formações superficiais no Brasil. *Revista do Instituto Geológico de São Paulo*, v. 22, 1-12.
- Santos, L.A. (2015). Geomorfologia e Quaternário do rio Vaza-Barris, Nordeste, Brasil. Dissertação de Mestrado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- Schumm, S.A. (1973). Implications of complex response of drainage systems for quaternary alluvial stratigraphy. *Nature Physical Science*, 243, 99 – 100.
- Storani, D.L.; Perez Filho, A. (2015). Novas Informações Sobre Geocronologia na Planície de Inundação do Rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, 191-199.
- Tricart, J. (1958). Alguns problemas geomorfológicos da Bahia. *Notícia geomorfológica*, v. 1, 27-32.
- Tricart, J.; Silva, T. C. (1968). *Estudos de geomorfologia da Bahia e Sergipe*. Fundação para o Desenvolvimento da Ciência da Bahia.
- Wintle, A. G.; Murray, A. S. (2006). A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. *Radiations Measurements*, 41, 369-391.

## **MAPEAMENTO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA (BAHIA) COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL**

A. C. da Silva<sup>(a)</sup>, R. de M. C. Vale<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> INFORMS/CONDER  
alinecorreiadasilva@gmail.com

<sup>(b)</sup> DCHF/UEFS  
valeraquel@gmail.com

### **Resumo**

Este artigo objetivou a elaboração do Mapa de Unidades Geomorfológicas de Feira de Santana com base na taxonomia do relevo proposta por Ross (1992), visando contribuir para o planejamento territorial do município. Para tanto, foram feitos levantamentos bibliográfico e cartográfico; trabalho de campo para validação dos dados; utilização do MDT (SRTM/NASA, 2003), que foi pré-processado com base na metodologia proposta por Valeriano (2004, 2008); em seguida foram gerados subprodutos cartográficos a partir do MDT, relevo sombreado, hipsometria, declividade, orientação das vertentes e curvas de nível. Foram identificadas unidades morfoestruturais (estrutura cristalina e estrutura sedimentar), unidades morfoesculturais (depressão cristalina e tabuleiro sedimentar), unidades morfológicas (tabuleiro, patamar estrutural, vales), tipos de formas do relevo (topo, encosta, depressões ovaladas, serras e inselbergs). As unidades mapeadas foram associadas às principais atividades antrópicas desenvolvidas, estabelecendo uma relação entre as formas do modelado e os principais vetores que causam danos ambientais como urbanização, industrialização e agropecuária.

**Palavras-chave:** Cartografia Geomorfológica. Taxonomia. MDT.

### **1. Introdução**

A cidade de Feira de Santana, nas últimas quatro décadas, passou por uma crescente urbanização, que tem conduzido à instalação de processos de degradação ambiental, como por exemplo, a contaminação de corpos hídricos causada pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais, supressão da cobertura vegetal e aterramento de nascentes de lagoas e de rios, e assoreamento dos rios Jacuípe, Subaé e Pojuca, causado, principalmente, pelo desmatamento da mata ciliar. Ocorre, também, o lançamento de gases poluentes gerados no Centro Industrial Subaé – CIS – que se localiza a Sul da cidade, mas atinge principalmente a porção Noroeste do município e bairros localizados a Oeste, devido a predominância dos ventos de SE.

Neste âmbito, a Geografia, ciência que estuda o Espaço Geográfico, compreendido pelas relações entre sociedade e natureza, se mostra na busca de soluções que envolvam as transformações espaciais decorrentes das atividades humanas. Dentre outras possibilidades de abordagem, o conhecimento sobre o relevo e as formas de modelado permite que seja melhor elaborado o planejamento territorial, visto que a Geomorfologia tem como objeto de estudo as

formas esculpidas sobre os relevos, bem como os processos responsáveis pela sua criação ou destruição. O mapeamento geomorfológico é, neste sentido, imprescindível para o planejamento e ordenamento do território, pois compreender a gênese, as condições atuais e as possíveis alterações do relevo, através dos fenômenos que se processam na superfície terrestre, permitem diagnosticar as condições ambientais.

Estas questões motivaram a elaboração deste trabalho que objetivou elaborar o Mapa de Unidades Geomorfológicas do município de Feira de Santana, na perspectiva de que este possa se constituir numa ferramenta eficaz para o planejamento territorial do município, possibilitando a prevenção ou mitigação dos problemas descritos.

## **2. Geomorfologia e Cartografia Geomorfológica**

A ciência geomorfológica além de estudar a gênese das formas do relevo, abrange sua composição e os processos que nelas atuam, considerando que o relevo “é o resultado da interação da litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera, ou seja, dos processos de troca de energia e matéria que se desenvolvem nessa interface, no tempo e no espaço” (Florenzano, 2008, p. 11). Deste modo, ao identificar, classificar e analisar as formas de relevo da superfície terrestre, apreende-se o conhecimento sobre a forma e a natureza do substrato onde se realizam as atividades humanas, logo, tem um caráter preventivo, pois permite elaborar prognósticos sobre problemas ambientais.

A análise do relevo não interessa somente à Geomorfologia, mas às diversas ciências que abordam a superfície terrestre, pois, a depender de suas características, pode, por um lado ser um obstáculo para diversas atividades humanas, e, por outro, ser um facilitador, como é o caso de Feira de Santana. O extenso tabuleiro, por ser constituído por uma cobertura sedimentar, favoreceu para a formação de um importante lençol freático que recarrega rios e riachos da região, bem como motivou a instalação humana.

A Geomorfologia possui uma ferramenta eficaz para representar, graficamente e espacialmente, os objetos e fenômenos estudados, a cartografia geomorfológica, que de acordo com Florenzano (2008, p. 105), teve início na Polônia e ganhou maior dimensão durante a 2ª Guerra Mundial, emergindo como método fundamental para análise do relevo. Atualmente, os mapas geomorfológicos têm subsidiado não só a Geomorfologia, mas diversas ciências que envolvem o planejamento urbano e regional. Tricart (1963, apud Ross 1990, p.52), considera que a cartografia geomorfológica “constitui a base da pesquisa e não a concretização gráfica da pesquisa já feita”. Ela é ao mesmo tempo a base e o resultado de um estudo, faz parte da linha de pesquisa que concentra a maioria dos estudos no campo da Geomorfologia, a empírica, que consiste em trabalhos de campo, observações, descrições e interpretações. Para Cassetti

... a Cartografia Geomorfológica se constitui em importante instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos, permitindo representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como com a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades (Cassetti, 2005).

Para sistematizar todo o conhecimento a respeito do mapeamento geomorfológico, diversos autores tentaram estabelecer uma classificação taxonômica das formas de relevo, sendo os pioneiros Tricart e Cailleux (1956), que utilizaram o critério têmporo-espacial nas classificações dos fenômenos geomorfológicos, seguidos de Tricart (1965), Mescerjakov (1968), Ab' Saber (1969) e Florenzano (2008).

### **3. Interface entre a Geomorfologia e o planejamento territorial**

A taxonomia do relevo não objetiva apenas atender às concepções acadêmicas, mas servir de instrumento para tomada de decisões em nível de planejamento ambiental (Argento, 2007). O Geomorfólogo possui técnicas de pesquisa para conhecimento sobre a superfície terrestre que viabilizam o planejamento, prevenindo contra ocorrência de catástrofes e danos ambientais. Argento (2007) confirma essa idéia quando considera que “o grande potencial na aplicação de mapeamentos geomorfológicos está no seu interfaceamento com os projetos de planejamento da ocupação humana, com vistas à economia dos recursos investidos, mediante a prevenção dos problemas futuros”. Não se pode esquecer que o planejamento territorial implica espacialidade, pois sua materialização se dá no espaço geográfico através da interferência em atividades humanas, modificando a dinâmica local.

A elaboração do planejamento territorial requer uma avaliação prévia das condições ambientais no que se refere aos aspectos físicos e às pressões antrópicas. Essa avaliação é auxiliada pelo mapa geomorfológico, visto que o mesmo apresenta dados e informações não somente sobre as formas do relevo, mas também dos parâmetros quantitativos que permitem inferir sobre a morfodinâmica da área estudada, indicando as potencialidades e fragilidades ambientais. As diversas formas de aplicação do mapa geomorfológico no planejamento territorial foram descritas por Cooke e Doornkamp (1990 apud Guerra e Marçal 2006), (Quadro I).

Quadro I: Algumas aplicações de mapeamentos geomorfológicos no planejamento

<b>Categoria de uso</b>	<b>Aplicações</b>
Uso da terra	- Planejamento territorial e regional - Conservação e paisagens naturais e culturais
Agricultura e áreas florestadas	- Potencial de uso - Conservação e controle de erosão dos solos - Dragagem e irrigação
Engenharia Civil aplicada ao subsolo e à superfície	- Reconstrução e replanejamento de ocupações, especialmente no caso urbano - Alocação das atividades industriais - Comunicação (estradas, linhas férreas, construção de canais) - Reservatório e represas - Potencial do litoral
Recursos Minerais	- Prospeção, levantamento geológico, exploração e mineração. - Danos potenciais e reais causados pela mineração

#### 4. Procedimentos Metodológicos

Para subsidiar a elaboração do Mapa Geomorfológico do município de Feira de Santana adotou-se a orientação metodológica de Ross (1992) que, baseado nas concepções de Penck (1953) sobre o antagonismo entre processos endógenos e exógenos, nos conceitos formulados por Guerassimov (1963) e Mescerjakov (1968) sobre morfoestrutura e morfoescultura, e na metodologia desenvolvida pelo RADAMBRASIL (1983), propôs uma classificação taxonômica do relevo, que considera seis táxons, considerando que “com os táxons definidos pode-se com maior facilidade operacionalizar uma pesquisa geomorfológica tendo como apoio a cartografia das formas do relevo de diferentes tamanho” (Ross, 1992, p. 20) (Quadro II).

Quadro II: Classificação taxonômica do relevo Ross (1992).

<b>1o. Táxon</b>	<b>Unidades Morfoestruturais</b> - correspondem às macroestruturas, ou seja, as áreas de maior extensão em área, onde podem ser identificados, por exemplo, áreas de Escudos Antigos ou mesmo Bacias Sedimentares.
<b>2o. Táxon</b>	<b>Unidades Morfoesculturais</b> - compartimentos e subcompartimentos do relevo pertencentes a uma determinada morfoestrutura e posicionados em diferentes níveis topográficos, são gerados pela ação climática em escala geológica;
<b>3o. Táxon</b>	<b>Unidades Morfológicas</b> – estão contidas nas Unidades Morfoesculturais, são agrupamentos de formas agradacionais (acumulação), identificadas pela letra A; e formas de denudacionais (erosão), identificadas pela letra D;
<b>4o. Táxon</b>	<b>Tipos de Formas de Relevo</b> - subdivisões das unidades morfológicas que apresentam aspectos fisionômicos e genéticos ligeiramente diferenciados. Exemplos: colina, morro;
<b>5o. Táxon</b>	<b>Tipos de Vertentes</b> - representa os tipos de vertentes: convexa, retilínea ou côncava.
<b>6o. Táxon</b>	<b>Formas de Processos Atuais</b> - pequenas formas de relevo de origem natural ou antrópica, a exemplo de sulcos, ravinas, voçorocas e cicatrizes de deslizamento.

Todos os procedimentos de processamento da imagem e de vetorização do mapa final foram realizados no *software* ArcGis 10. O MDT do município de Feira de Santana abrange duas cenas, sendo necessário mosaicar as imagens e em seguida recortar o município. Também foi feita a interpolação dos dados para melhorar sua resolução, originalmente de 90m. Para tanto, foi realizada a *krigagem linear*, um dos métodos de interpolação “que consiste em calcular a cota de um ponto de interesse pela média ponderada das amostras de sua vizinhança, distribuindo os pesos de acordo com a variabilidade espacial, que é por sua vez, determinada por meio de análise geoestatística” (Florenzano, 2008, p.77). Assim, a resolução foi melhorada para 30m, suavizando e detalhando as feições do relevo e dos subprodutos do MDT, essenciais para a identificação das formas de relevo, pois a partir deles foram extraídas informações que permitiram melhor visualizar a região de estudo, como por exemplo elementos qualitativos como textura, forma e tamanho, e quantitativos como curvas de nível, declividade e altimetria.

A partir dos mapas produzidos foi possível identificar os relevos e obter informações quantitativas (declividade, altimetria, curvas de nível, orientação das vertentes) e qualitativas (forma, textura, tamanho, padrões) que permitiram visualizar diferentes estruturas, texturas, padrões de drenagem, ondulações no terreno, pequenas depressões. As imagens de satélite e carta topográfica digital foram utilizadas para esclarecer dúvidas em relação a alguma forma identificada. Vale ressaltar que o trabalho de campo foi realizado com a finalidade de eliminar dúvidas que surgiram no decorrer da pesquisa.

A vetorização das unidades geomorfológicas foi realizada na última etapa da pesquisa, baseada na classificação taxonômica de Ross (1992) citada anteriormente, numa escala de 1:100.000, e mapeando até o 4º táxon — Tipos de Formas de Relevo. O trabalho de campo foi realizado visando à ampliação do conhecimento da área de estudo e a validação dos produtos de laboratório.

## **5. Mapeamento das Unidades Geomorfológicas de Feira de Santana**

Para a elaboração do mapa de unidades geomorfológicas do município de Feira de Santana foram utilizados o relevo sombreado, hipsometria, declividade e curvas de nível (Quadro III), extraídos do próprio MDT, e mapas temáticos desenvolvidos pelo RADAMBRASIL de geologia e geomorfologia. No Arcgis 10, vários testes foram feitos em cada um dos subprodutos para encontrar uma classificação que realçasse as formas do relevo, melhorando sua visualização e interpretação.

A partir das análises individuais e do conjunto dos mapas produzidos, foi possível vetorizar as unidades geomorfológicas e elaborar o Mapa de Unidades Geomorfológicas do município de



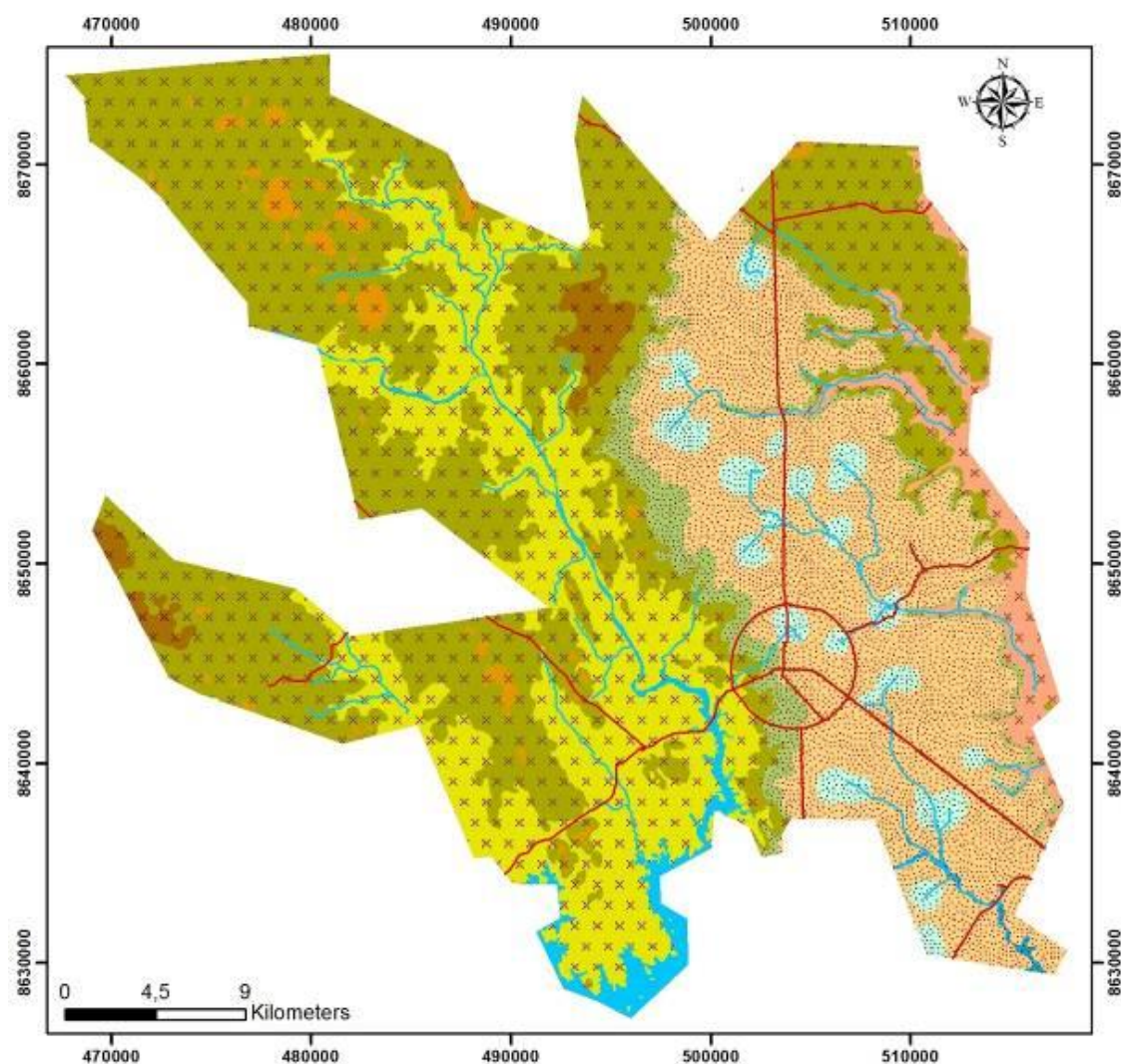
Feira de Santana, que apresentou os seguintes táxons: Unidades Morfoestruturais (1º táxon), Morfoesculturais (2º táxon), Morfológicas (3º táxon) e os Tipos de Formas do Relevo (4º táxon) (Figura 1). As duas unidades morfoestruturais identificadas foram a estrutura cristalina e a estrutura sedimentar. A primeira corresponde às rochas ígneas e metamórficas de idade Pré-cambriana e a segunda por uma cobertura de sedimentos inconsolidados Tércio-Quaternários.

Quadro III: Síntese dos subprodutos extraídos do MDT

Sombreado	Realça o relevo criando uma visão realista do terreno através do controle da geometria de iluminação. Identificação de aspectos texturais, estruturais, formas côncavas, convexas e tabulares. Foram observados depressões semi-fechadas, canais de drenagem e a dissecação das encostas. As Unidades Morfoestruturais foram identificadas a partir deste mapa.
Hipsometria	Toma como nível de base o nível do mar para calcular as diferentes altitudes do relevo. Variação altimétrica de 90 a 620m, as quais foram divididas em 10 classes para identificar as unidades morfoesculturais e morfológicas. No tabuleiro sedimentar predominam altimetrias intermediárias (390 a 540m), sendo que na estrutura cristalina encontram-se altimetrias diversificadas, com topos que alcançam mais de 620m.
Declividade	Demonstra as inclinações de uma área em relação a um eixo horizontal para fornecer informações do gradiente altimétrico do terreno, servindo de base para identificação de vertentes, encostas e áreas alagáveis. Variação de 0 a 58,5°, que foi dividida em 10 classes para detalhar áreas de menor declive para identificar pequenas ondulações do terreno. Em geral, a declividade da área estudada é pouco acentuada, com exceção das serras, inselbergs e encostas. No entanto, foi possível identificar as encostas, a rede hidrográfica e as lagoas do tabuleiro sedimentar.
Curvas de nível	Linhas que, em intervalos iguais, ligam pontos de igual altitude, considerando o nível médio do mar como cota zero. O intervalo de equidistância adotado, após vários testes, foi 25m. Facilitou a definição de rupturas no relevo e suaves ondulações pouco nítidas nos outros mapas.

Também foram identificadas duas unidades morfoesculturais que estão diretamente relacionadas às morfoestruturais — a depressão cristalina e o tabuleiro sedimentar. As depressões são conjuntos de relevo planos ou ondulados situados abaixo do nível das regiões vizinhas, elaborados em rochas de classes variadas (IBGE, 2009). A depressão cristalina, parte da Depressão Sertaneja, encontra-se abaixo do nível altimétrico do tabuleiro adjacente, predominando as classes de 100 a 225m, com relevos residuais e vales fluviais. Os tabuleiros são áreas de relevo plano, de origem sedimentar, de baixa altitude e com limite abrupto (Florenzano, 2008, p. 13). Na área em estudo, as variações altimétricas do tabuleiro estão entre 230 a 250m; é plano a suavemente ondulado, marcado pela presença de formas de dissecação — depressões ovaladas e canais de drenagem.

As unidades Morfológicas (3º táxon) e os Tipos de Formas do Relevo (4º táxon) estão descritas no Quadro IV.



— Rodovias

— Lago Barragem Pedra do Cavalo

— Hidrografia

UNIDADES MORFOESTRUTURAIS	UNIDADES MORFOESCULTURAIS	UNIDADES MORFOLOGICAS	TIPOS DE FORMAS DE RELEVO
ESTRUTURA CRISTALINA	DEPRESSAO CRISTALINA	VALE DO RIO POJUCA	
		PATAMAR ESTRUTURAL	SERRA
		VALE DO RIO JACUIPE	INSLBERG
ESTRUTURA SEDIMENTAR	TABULEIRO SEDIMENTAR	TABULEIRO	INSELBERG
			ENCOSTA
		VALE DO RIO SUBAE	TOPO
			DEPRESSOES OVALADAS

Figura 1 - Mapa Geomorfológico do município de Feira de Santana

Quadro IV: Caracterização dos Tipos e Formas do Relevo (3º e 4º Táxons)

UNIDADES MORFOLÓGICAS	TIPOS DE FORMAS DE RELEVO	CARACTERIZAÇÃO
VALE DO RIO POJUCA		Forma de dissecação fluvial na estrutura cristalina sem controle estrutural marcante, escavado pelo Rio Pojuca. Possui variação altimétrica de 90 a 150m e declividade baixa (entre 3º e 15º).
PATAMAR ESTRUTURAL	Serra	Relevo acidentado que se destaca na paisagem devido a sua altimetria, que varia de 230 a 620m. A declividade é acentuada, entre 18 e 58º,5, logo, predominam os processos erosivos. As rochas mais comuns são gnaisse granulítico, enderbito e charnockito, e o solo Neossolo Litólico. A serra de São José se localiza ao Norte do município, no distrito de Maria Quitéria e a Serra do Congo, a Sudeste no distrito Bonfim de Feira.
	Inselberg	Relevo residual que se apresenta em toda depressão cristalina esculpido em rochas ígneas e metamórficas (gnaisses granulíticos e charnockitos). Os solos, quando encontrados, são Neossolos litólicos ou Planossolos. Possui altitude variando entre 300 e 500m e declividade acima de 18º.
VALE DO RIO JACUÍPE	Inselberg	Relevo residual esculpido em rochas ígneas e metamórficas. São menores do que os do patamar estrutural, com altimetria entre 220 e 300 e declividade menos acentuada (10 a 15º). As rochas e os solos mais comuns, assim como nos inselbergs do patamar estrutural, são gnaisses granulíticos e charnockitos e Neossolos litólicos e Planossolos.
TABULEIRO	Encosta	Constitui a borda do tabuleiro sedimentar, sendo maior na borda W do que E, indicando que o processo erosivo é mais intenso nesta porção, o que pode ser explicado pela maior diferença altimétrica desta borda em consequência da leve inclinação do tabuleiro para E. A declividade é mais acentuada na borda leste (7º a 12º), onde os canais de drenagem que dissecam o tabuleiro fluem para a bacia do Rio Pojuca. A borda oeste (declividade de 4º a 8º) apresenta-se bastante ravinada pelo escoamento concentrado de canais que drenam a água pluvial para bacia do Rio Jacuípe. Quanto à geologia, por estar no tabuleiro sedimentar, é composta por clásticos arenosos e argilo-arenosos.
	Topo	Plano a suavemente ondulado, com amplitude altimétrica de 20m e declividade variando entre 0 e 5º. A geologia também é composta por sedimentos clásticos arenosos e argilo-arenosos, onde predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo. A forma tabular e a estrutura geológica favoreceram a formação de um rico lençol freático e, conseqüentemente, a ocupação humana. É onde se encontra a sede municipal, além de áreas de cultivo de milho e feijão, pastoreio e remanescentes de caatinga arbórea arbustiva e floresta secundária na zona rural.

	Depressões ovaladas	São depressões que se encontram na altitude de 230m e são preenchidas por água pluvial ou afloramento do lençol freático, dando origem às diversas lagoas do município. A geologia local é formada por sedimentos clásticos argilo-arenosos. Essas lagoas, na sede municipal, sofrem um processo de ocupação urbana desde a década de 1990, contribuindo para sua degradação através de aterramento das nascentes e lançamento de efluentes residenciais, boa parte delas estão eutrofizadas, com presença de baronessas e taboas, plantas aquáticas que recobrem o espelho d'água, impedindo a incidência dos raios solares e, conseqüentemente, a morte da fauna.
VALE DO RIO SUBAÉ		Com variação altimétrica entre 180 e 200m, é uma forma de dissecação fluvial localizada a SE do Tabuleiro Sedimentar, entalhada pelo Rio Subaé, sendo suas nascentes lagoas localizadas em áreas periféricas do próprio município. A Lagoa Subaé foi dividida ao meio pela BR 324, e, atualmente, encontra-se bastante eutrofizada e com suas margens ocupadas.

## 6. Considerações Finais

Visando contribuir para a solução das problemáticas ambientais, esta pesquisa foi norteada pela construção e análise de produtos cartográficos referentes às formas de relevo e modelado do município de Feira de Santana, as quais serviram de subsídios para uma compreensão ambiental da área estudada, com a pretensão de contribuir para o planejamento territorial da mesma.

As Unidades Geomorfológicas e as Formas de Tipos do Relevo mapeadas (vales, encosta, depressões que dão origem às lagoas, serras e inselbergs) evidenciam a fragilidade da área estudada no que se refere às alterações ambientais provocadas pelas atividades antrópicas, pois, ao retratar as formas do modelado, através de aspectos quantitativos e qualitativos, o Mapa de Unidades Geomorfológicas forneceu indícios da dinâmica que envolve processos superficiais como escoamento das águas pluviais, transporte de sedimentos, e canais de drenagem subsuperficiais como infiltração e armazenamento em lençol freático.

O município de Feira de Santana está localizado numa zona de transição climática entre o litoral úmido e o semiárido baiano, entre as isoietas 700 e 900mm/ano. No entanto, a escassez hídrica não é sua característica, pois o relevo favoreceu para o armazenamento das águas pluviais, abastecendo rico lençol freático e os corpos hídricos da região, logo, a preservação/conservação desses bens naturais é de extrema importância. Porém, o que se observou a partir da pesquisa foi que as atividades antrópicas desenvolvidas no município não levam em consideração as suas fragilidades ambientais. Foram identificados três principais vetores de transformação que afetam, de forma negativa, os recursos naturais do município: urbanização, industrialização e agropecuária. Estas atividades alteraram significativamente a paisagem, inicialmente com a retirada da cobertura vegetal, e em seguida uma série de processos de degradação ambiental é

desencadeada como erosão dos solos, redução da infiltração da água pluvial, aumento do escoamento superficial, transporte de materiais superficiais que causam assoreamento dos rios, aterramento de nascentes e lagoas, contaminação de recursos hídricos, poluição atmosférica, entre outros.

A partir dessas análises, constata-se que o Mapa de Unidades Geomorfológicas do município de Feira de Santana possui informações para subsidiar o planejamento territorial, pois evidencia não só as formas do modelado, mas permite inferir sobre a morfodinâmica local, fornecendo ao planejador o conhecimento necessário de como as atividades humanas interferem no meio natural, indicando a maneira adequada como elas devem estar dispostas no espaço. Cabe ressaltar, que o mapeamento geomorfológico é um dos produtos cartográficos que auxiliam o planejamento territorial, mas, para que este seja elaborado, devem ser analisados todos os outros elementos integrantes da paisagem.

## 7. Bibliografia

Argento, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da. Geomorfologia e meio ambiente. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 365-391p.

Casseti, V. Geomorfologia. (2005). Livro Digital. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

Florenzano, T. G (Org). Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 318p.

Guerra, A. J. T; Marçal, M. dos S. Geomorfologia ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

Ross, J. L. S. Geomorfologia: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990. 85p.

\_\_\_\_\_. O Registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, FFLCH – USP, n. 6, p. 17 – 29, 1992.

## 8. Agradecimentos

UEFS, FAPESB, INFORMS/CONDER

## GEOAMENAZAS Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN EL FIORDO COMAU, NORPATAGONIA DE CHILE.

M. V. Soto<sup>(a)</sup>, P. Arratia<sup>(b)</sup>, L. Muñoz<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografía/Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile  
mvsoto@uchilefau.cl

<sup>(b)</sup> Laboratorio de Geografía Física, Departamento de Geografía, Facultad de Arquitectura y Urbanismo,  
Universidad de Chile

### Resumen

Se analizan las condiciones de amenaza natural en el fiordo Comau, norpatagonia de Chile, asociado a la dinámica de las componentes geomorfológicas. La cartografía de amenazas fue elaborada a partir de trabajo de gabinete y de terreno, identificando las áreas con evidencias de actividad geomorfológica. Destacan como procesos relevantes las remociones en masa, deslizamientos y flujos. Esta información fue superpuesta con la cartografía de usos del territorio, tanto del borde terrestre como de usos acuícolas en las aguas del fiordo, a fin de establecer el impacto de la dinámica natural del sistema de laderas del fiordo en las instalaciones de acuicultura de mariscos y sobretodo de salmón y trucha, para exportación. Se plantea que la construcción de una carretera de conectividad nacional en el flanco Este del fiordo es una ventaja comparativa que puede llevar a una futura saturación de las áreas apropiadas para la acuicultura en el fiordo, en un escenario de alto impacto debido a las condiciones de geoamenazas de origen natural inherentes al fiordo Comau.

**Palabras clave:** Geoamenazas, fiordo, remociones en masa, actividad acuícola.

### 1. Introducción

El riesgo natural es considerado un problema socio ambiental no resuelto (Cardona, 2009), al igual que la geoamenaza debido a que el territorio está en proceso constante de cambio, natural y sobre todo social. El cambio climático global constituye un nuevo desafío para el estudio de las amenazas, los riesgos naturales y la adaptación a estos nuevos escenarios (Lei & Wang, 2014). En el sistema territorial, las estructuras sociales que en él se establecen, están en un proceso continuo de cambio en el espacio/tiempo, lo que da lugar a fenómenos dinámicos que no han sido suficientemente estudiados, en sus relaciones y en los efectos mutuos que se generan de su interacción, a los que se asocian amenazas de origen natural, cuyo análisis desde un enfoque dinámico permitirá mejorar el conocimiento de los riesgos (Aubrecht *et al.*, 2013).

Los ambientes glaciares y periglaciares son sistemas morfológicos sensibles a los agentes climáticos (Beniston *et al.*, 2013), más aún en el caso en estudio, en que existe una marcada influencia marina. Chile es uno de los países con mayor actividad sísmica del planeta (EIRD, 2015). Los ambientes de fiordos y mares interiores son complejos no solo desde el punto de vista climático, ecológico, hidrológico, sino que también socio ambiental, en el contexto del cambio climático y de la intervención antrópica, propias del tiempo antropoceno (Wilcox *et al.*

2011). En este escenario el desafío es enfrentar el crecimiento de los asentamientos poblados existentes en este tipo de zonas, tales como son las pequeñas caletas de pescadores o enclaves acuícolas, sin aumentar su exposición a riesgos por desastres naturales. Lo anterior, debido a la construcción de una carretera nacional proyectada en el sector de fiordo Comau, lo que sería un estímulo importante para el desarrollo de actividades económicas de carácter local (Fig. 1 y 2).

La existencia de condiciones de geoamenaza afecta la dimensión social. La vulnerabilidad de las áreas pobladas expuestas a la acción de fenómenos naturales que pueden dañar a las personas, actividades económicas e infraestructura, constituyen una situación de riesgo, ya que procesos económicos, políticos y sociales son los vinculados al incremento de la vulnerabilidad a desastres (Lavell & Franco, 1996; Blaike *et al.*, 2003; Lavell, 2004; Pelling, 2003; Pelling & Wisner 2008; D'Ercole *et al.*, 2009; Castro *et al.* 2015). Lo anterior, se ve potenciado por la existencia de condiciones de aislamiento geográfico, como es el caso del ambiente de fiordos, dado los bajos niveles de conectividad y de acceso a servicios que caracterizan a este entorno territorial.

Por otro lado, procesos de mayor integración económica mundial imprimen una alta incidencia en la organización espacial de las actividades productivas basadas en una creciente valorización de aquellos territorios cuyos recursos y productos tienen una alta demanda en el mercado mundial. En este marco, las fuerzas de mercado tienen efectos notables en la estabilidad y normalidad del funcionamiento de los sistemas naturales, puesto que los territorios con potencial productivo se ven expuestos a altas demandas y exigencias regulares para satisfacer los requerimientos de mercados internacionales y/o para mantener su competitividad en las cadenas globales de suministro (Huang *et al.*, 2010). Chile está inserto en esta dinámica, con mayor fuerza desde mediados de la década de los años 70 del siglo pasado, y la acuicultura ha pasado a ser un importante agente de la economía nacional y regional. En efecto, la Región de Los Lagos sustenta su economía principalmente en la actividad acuícola, siendo Chile el segundo mayor productor y exportador de salmones a nivel mundial (Arnt *et al.*, 2010).

El estudio de la relación entre amenazas y desastres de origen natural y los impactos en las empresas o negocios es relativamente reciente y se puede mencionar que cobra relevancia a partir del huracán Katrina en el año 2005 en New Orleans, USA. En general, se evidencia poco interés por temáticas de carácter económico y la recuperación de desastres (Zhang 2008; Asgary *et al.*, 2012). La investigación en la adaptación al cambio climático están incluyendo a las empresas como una unidad de análisis (Berkhout *et al.*, 2006, Howe, 2011), como una forma de avanzar en el diseño de instrumentos y estrategias para prevenir, mitigar y/o rehabilitar las actividades económicas que se vean afectadas por efectos negativos, en aspectos que aseguren que el sector privado localizado en zonas de riesgo puedan asegurar la continuidad de las actividades productivas (UNDP-GAR, 2013; Joein & Luo, 2015; Carvallo 2012; Pissera 1997).

No obstante lo anterior, en Chile aún se aprecia una perspectiva tradicional hacia el manejo de los desastres y la gestión de emergencias, especialmente en la incorporación del sector privado, a pesar de las regulaciones existentes (Sarmiento *et al.*, 2015).

Con relación al transporte como agente estratégico en la economía y en el intercambio de bienes y servicios entre consumidores y centros de producción, en el caso de Chile, las vías marítimas y carreteras son las más utilizadas para el transporte de carga, hecho asociado en gran medida a las condiciones geográficas del país y a la vocación principalmente exportadora de la producción nacional (Baeza, 2013). El aislamiento geográfico y la falta de infraestructura de transporte afectan directamente la productividad debido a la dificultad de acceso a mercados, los altos costos de transacción y el no aprovechamiento de economías de aglomeración (Webb, 2013). Por lo anterior, es esencial el vínculo entre desarrollo económico e infraestructuras de transporte y comunicación (Villar, 2014).

La Región de los Lagos posee 716.739 habitantes, un 4,7% de la población de Chile, mientras que la provincia de Palena representa un 2,6% de los habitantes de la Región. En la actualidad, la Región representa un 5,0% del total de empresas del país, el 2,8% del total de ventas y el 3,5% de la generación de empleo (SII 2016). La base económica regional está estructurada en los sectores de servicios, donde destaca el comercio (34,8% del total de empresas) y las actividades de transportes y telecomunicaciones (11,3%); por su parte las actividades primarias de agricultura, ganadería, caza y silvicultura representan un 11,2% del total de empresas, mientras que el sector industrial participa con el 8,7% de ellas. En este contexto, destaca la actividad acuícola, especialmente la industria salmonera, cuya presencia económica en la región se traduce en mayores ingresos y empleabilidad, que el resto de las actividades económicas del mismo sector económico (Ministerio de Economía 2016). En efecto, entre los años 2005 y 2012, el número de empresas vinculadas con el sector acuícola creció un 21,2% en la Región de Los Lagos, mientras que a nivel país este crecimiento representó un 13,5%.

La comuna de Hualaihué, tiene una baja concentración de habitantes, siendo menos del 1% de la población regional, con más del 57% de su población rural (Ilustre Municipalidad de Hualaihué, 2009). La comuna cuenta con grandes recursos marítimos disponibles para desarrollar la pesca y la acuicultura, los cuales generan la mayor parte de los ingresos en la comuna. Desde el punto de vista económico, diferente a lo que se aprecia a nivel regional, predomina el sector primario y su vinculación industrial con la salmonicultura. Respecto de la presencia de servicios, destacan los sectores de comercio detallista y otros servicios, personales y profesionales, localizados principalmente en la comuna de Hornopirén.

El área de estudio es un territorio complejo. Por una parte su dinámica morfológica favorece la ocurrencia de amenazas, mientras que por otra se aprecia una gran potencialidad económica



derivada de su potencial de extracción y procesamiento primario de recursos naturales. Lo anterior, configura escenarios de riesgo potencial que deben ser estudiadas, de manera de asegurar las medidas necesarias para la continuidad de negocios ante eventuales desastres derivados de la amenazas de origen natural. En este contexto, se busca identificar áreas de exposición y vulnerabilidad en el fiordo Comau asociadas al desarrollo de infraestructura que potencie su conectividad y el desarrollo de actividades económicas del sector. La construcción de la ruta austral proyectada en esta zona, en el tramo de Vodudahue-Huinay, será un fuerte incentivo a la acuicultura, como también a los asentamientos poblados y otras actividades económicas ahora incipientes en la comuna de Hualaihué, y en especial en el fiordo Comau, debido a las posibilidades de explotar economías externas y de aglomeración asociadas al desarrollo de infraestructura de comunicación y acceso.

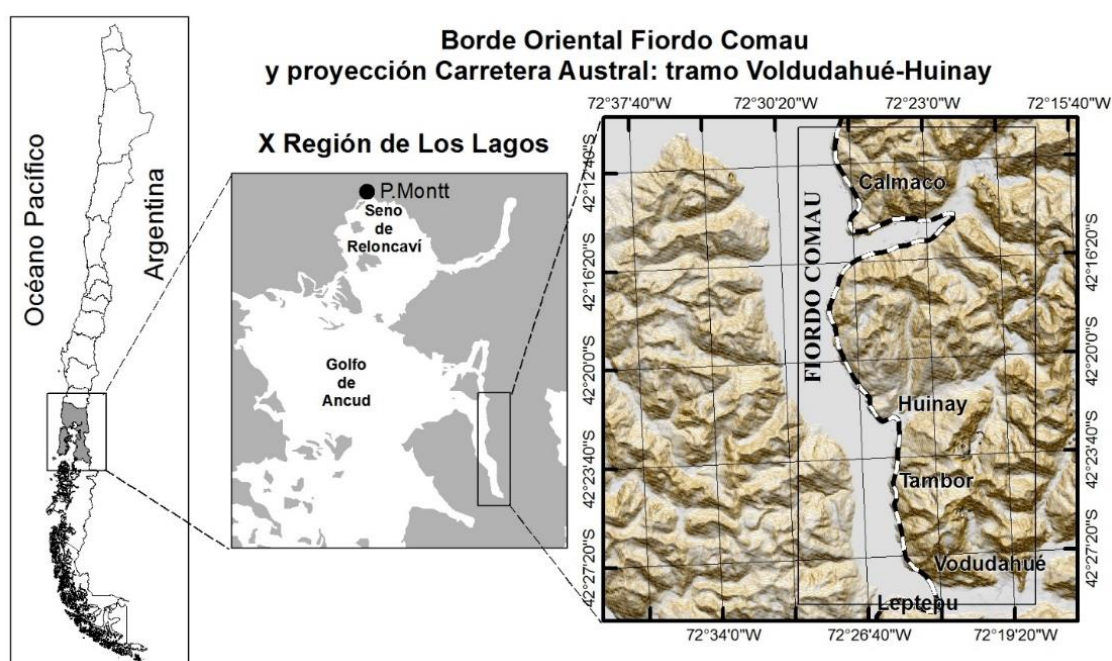


Fig. 1 - Área de estudio.

## 2. Metodología

Geoamenazas de origen natural, a través de la identificación de amenazas de remoción en masa sustentados en los avances del proyecto Fondecyt N°1151087 (Reconocimiento de hotspot en el ambiente periglacial de fiordos y mar interior: Hacia una evaluación integrada de conductores de geoamenazas, riesgos e impacto en los recursos territoriales del Golfo de Ancud), que entrega cartografías geomorfológicas y de amenazas para el área de estudio. Esta cartografía fue generada con trabajo geomorfológico de gabinete y terreno, durante enero de 2016.

Análisis de las actividades económicas e infraestructura vial, a través de trabajo de gabinete y terreno de levantamiento uso del área de estudio (enero de 2016), según categorías utilizadas por el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Esta información fue espacializada con la base de datos GIS del citado Ministerio y procesados geográficamente con el software ArcGis10.1. En trabajo de terreno se identificaron las instalaciones productivas y se realizaron entrevistas a los agentes locales, como las empresas de ecoturismo y turismo aventura. En la capital regional (Puerto Montt) y Provincial (Hornopirén) se entrevistó a los encargados de empresas de transporte y acuicultura.

La exposición a amenaza de las actividades económicas e infraestructura vial se refiere a la población, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio y que son factibles de ser dañados (CENAPRED, 2006). Esta información resulta de la superposición de la carta de amenazas y de uso del suelo actual y proyectado, lo último solo en el caso de las concesiones acuícolas. La información fue espacializada con herramientas GIS, software ArcGis10.1.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Geo Amenazas**

Las condiciones de geoamenaza en el fiordo Comau están asociadas a la ocurrencia de procesos hidrometeorológicos debido a las abundantes precipitaciones anuales, del orden de los 6.000mm. Los rasgos geológicos y geomorfológico propios de los fiordos, es decir, altos niveles de pendiente en las laderas, con un 50% de la superficie sobre los 30°, con delgada o inexistente cobertura de suelos y densa vegetación arbórea, todo ello en conjunto favorecen la inestabilidad de las laderas, ya sea por gravedad y por la acción asistida de las precipitaciones. Además, la presencia regional de la falla activa Liquiñe-Ofqui (ZFLO), hace que la zona sea propensa a la actividad sísmica recurrente, que a su vez facilita los procesos exógenos de remoción en masa en las laderas.

Existe otra amenaza latente, que es la de tsunamis generados por grandes remociones en masa debidas a enjambre sísmico de la ZFLO, tal como ocurrido en 2007, en el fiordo Aysén, con un tsunami que provocó muertes y gran daño a la actividad salmonícola. Sepúlveda & Serey (2009) describe el tsunami en el fiordo Aysén asociado a un sismo superficial cortical de Mw 6,2; señalan que los ambientes de fiordo en Chile son favorable para la ocurrencia de una secuencia geodinámica de sismo-remoción en masa-tsunamis. Naranjo et al. (2009) describió una onda superficial, de carácter local, de una altura entre 5-10m, junto con una serie de tsunamis de propagación radial en el fiordo Aysén. Respecto a los tsunamis, en la figura 2 se ha registrado la cota de inundación de un tsunami interplacas, oceánico, según modelación de la Oficina Nacional de Emergencias de Chile (ONEMI) a 30m, que es la zona de seguridad de tsunamis

sugerida para Chile por esa institución. La modelación de tsunamis en el fiordo Comau está en etapa inicial de desarrollo.

En la figura 2 se observa que el fiordo Comau es altamente susceptible a la ocurrencia de procesos de remoción del tipo deslizamientos y flujos, de acuerdo a las evidencias geomorfológicas levantadas en el trabajo de terreno. En la cartografía citada se aprecian los eventos ya ocurridos, mientras que su modelación se encuentra en etapa de desarrollo. No obstante lo anterior, en función a una cierta homogenización de pendientes y substratos, sobre todo en el flanco Este, la tendencia o susceptibilidad potencial podría aplicarse a prácticamente todos los cursos de agua en condiciones de pendientes superiores a  $30^\circ$ , umbral de remociones en masa.

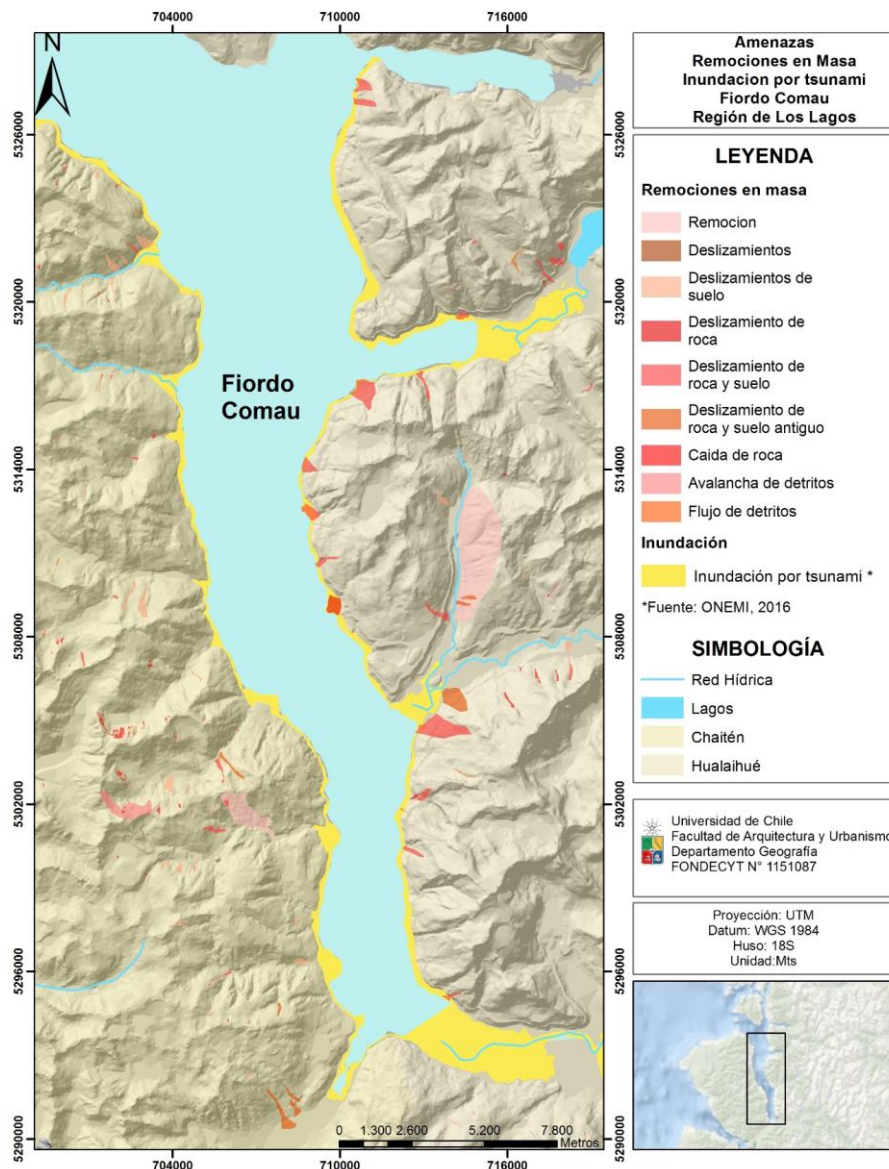


Fig. 2 - Mapa de geoamenazas en el fiordo Comau. Proyecto Fondecyt 1151087.

De este modo, el patrón gravitacional desde las altas cumbres hacia las riberas del fiordo es lo más característico, más aun en el flanco Este, sector donde está planificada la construcción de la carretera de conectividad nacional, que se vería altamente afectada por la actividad geomorfológica, tanto en la etapa de construcción como también en la de operación de la ruta.

### **3.2. Uso de Suelo y del agua en el fiordo**

Según, la información recopilada en terreno y en entidades públicas como el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo se observa la presencia de caletas de pescadores artesanales a lo largo del fiordo, ubicadas principalmente en las desembocaduras fluviales (Fig. 3). En el trabajo de campo se constató que en estas caletas los pescadores no superan los tres trabajadores por unidad productiva y la extracción de peces es artesanal y a muy baja escala, básicamente para consumo familiar.

La actividad de acuicultura, se localiza a lo largo del fiordo, con infraestructura para cultivo de mitílicos, Choro, Chorito y Cholga, de salmones y de trucha. En este contexto, la actividad acuícola es la que presenta mayor presencia en el fiordo, siendo una actividad que moviliza a trabajadores permanentes desde diferentes lugares de la Región hacia el fiordo. Los trabajadores de las plantas salmoneras viven en instalaciones flotantes con una jornada laboral de 15 días de trabajo y 15 días libres. En algunas localidades pobladas de menor escala, como Huinay, se brinda alojamiento y alimentación a los trabajadores. Este flujo ha sido tan importante a nivel local que existe un pequeño comercio no establecido o con bajos niveles de consolidación en las localidades pobladas. Este flujo de trabajadores genera constantes viajes en lancha en el fiordo, que ingresan a las áreas apropiadas para la acuicultura (AAA), respetando el canal central trazado (sin concesiones). De este modo, se aprecia que las aguas del fiordo están delimitadas en términos de los usos permitidos y planificados (Fig. 3). En la figura 3 se observa la distribución de las áreas apropiadas para la acuicultura (AAA), según la institucionalidad correspondiente, SERNAPESCA (Servicio Nacional de Pesca) organismo que autoriza el otorgamiento de concesiones acuícolas.

En este contexto productivo, los cultivos de mitílicos son poco relevantes en el fiordo en comparación con el volumen de inversiones y de producción que moviliza la salmonicultura, lo que se expresa territorialmente en actividades diferenciadas en términos de ocupación del espacio y localización de la inversión requerida, la que responde a los requerimientos de la industria y la exportación de su producción, por parte de importantes grupos empresariales nacionales o transnacionales. De acuerdo con la información de SERNAPESCA, cartografiada como concesiones solicitadas (Fig. 3), en el corto plazo se espera que aumente la actividad salmonícola en el fiordo debido a la saturación de concesiones en la zona Oeste del mar interior de Chiloé, tal como se muestra en la figura 4.



Una actividad económica característica de localidades rurales y que habitualmente muestra conflictos de uso de suelo con la actividad pesquera es el turismo. En este caso particular, la actividad de turismo es incipiente, básicamente asociada a los atractivos de carácter natural, como son las termas y geiser, dadas las condiciones de volcanismo andino (termas Porcelana y Cahuelmó). Las instalaciones e infraestructura turísticas son básicas, salvo en Vodudahue, donde se están construyendo *lodge* de pesca de alto *standart* orientadas a un turismo de intereses especiales. Esta situación se explica por los beneficios de la conectividad, dado que en el sector sur del fiordo está localizada la estación de embarque/desembarque de barcazas hacia el sur de Chile, Leptepu. Estas vías conectan Vodudahe con los caminos rurales que conectan los diferentes predios destinados a instalaciones turísticas; coincidentemente la carretera austral está siendo construida en la actualidad desde ese lugar en dirección al norte.

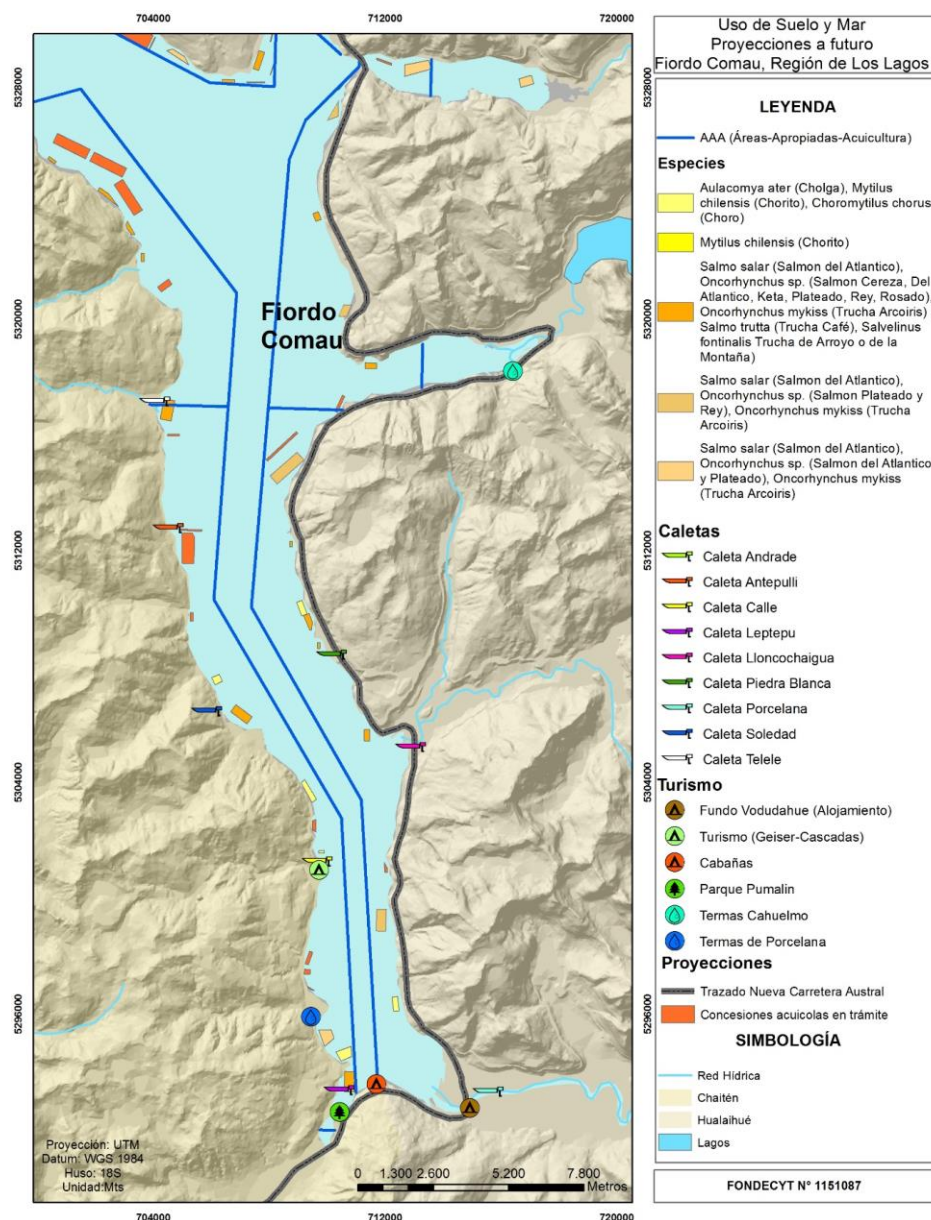


Fig. 3- Carta de usos del territorio. Proyecto Fondecyt 1151087.

#### 4. Discusión y Conclusiones

El caso estudiado, en el Golfo de Ancud, el fiordo Comau, corresponde a un sector que aún no ha experimentado un significativo aumento e intensificación del uso del suelo ni de las aguas del fiordo para la acuicultura debido a que esta actividad en la actualidad se concentran en la zona oeste del mar interior de Chiloé. Sin embargo, el hecho que ya existen concesiones solicitadas y aun no realizadas puede ser un indicador del aumento futuro de éstas en el corto plazo, lo que en el caso de Chile se potencia con los beneficios económicos de esta actividad durante las últimas décadas. Si a ello se agrega la construcción de una carretera austral que conecte el fiordo con la capital regional y principal puerto del Sur de Chile, Puerto Montt, al aeropuerto regional y al resto del globo, el panorama para el fiordo podría cambiar drásticamente, generando un polo de atracción económica debido a la mejor conectividad.

En este sentido, se podría modelar el comportamiento territorial y el aumento de parcelas de acuicultura en las AAA, siguiendo la tendencia de Chiloé, tal como se observa en la figura 4, con una densificación altamente cuestionable desde el punto de vista medio ambiental, ya que en ese lugar no existen las amenazas identificadas en Huinay, que son de alto impacto en el territorio y en la economía.

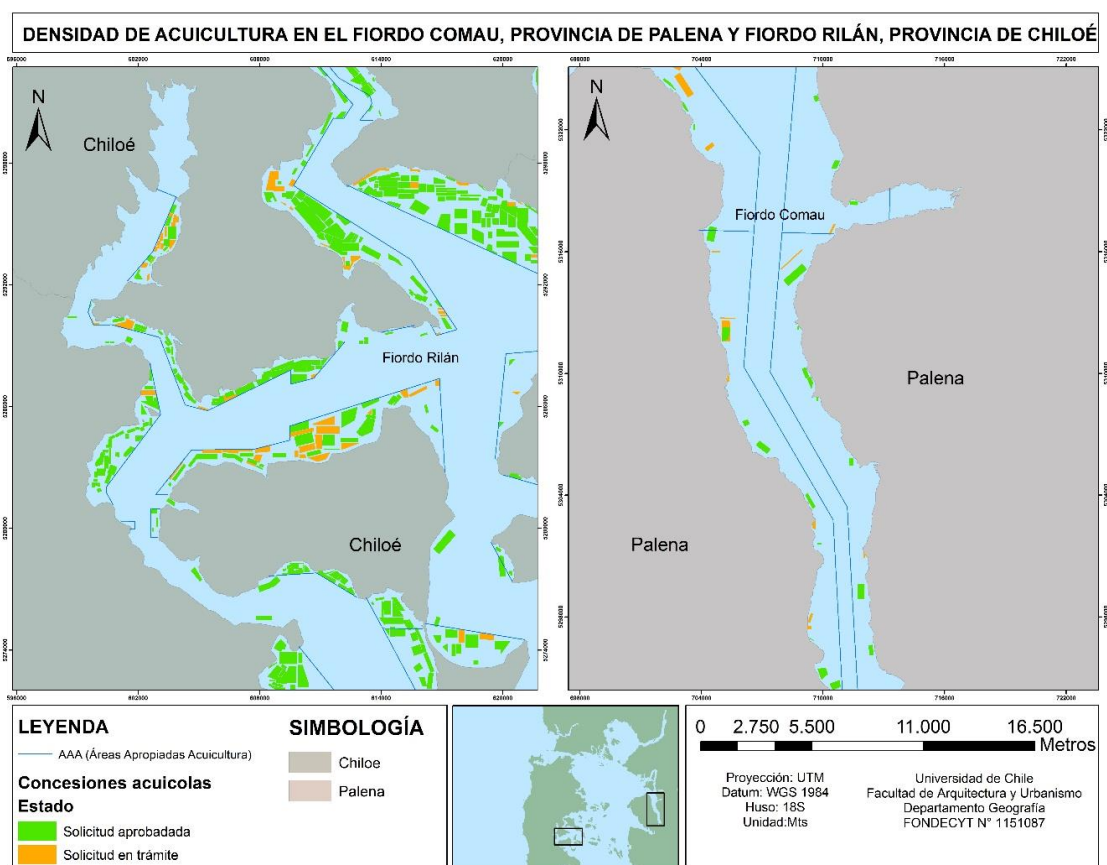


Fig. 4 - Densidad de uso de las concesiones acuícolas en el mar interior de Chiloé. Proyecto Fondecyt 1151087.

De este modo, es de gran importancia estudiar las interacciones de las dinámicas geomorfológicas, industriales y sociales de la localidad estudiada. De esta forma se dispondría de información suficiente y contextualizada para diseñar estrategias que permitan asegurar la continuidad de las actividades productivas que ahí se localicen, sin que ellas se vean afectadas negativamente por eventuales desastres naturales o industriales, como se han experimentado en el resto del territorio nacional.

## 5. Agradecimientos

Proyecto Fondecyt 1151087.

## 6. Bibliografía

- Arnt, F., Barton, J., Roman, A. (2010). La doble jerarquía del desarrollo económico y gobierno local en Chile: el caso de la salmonicultura y los municipios chilotes. *Revista EURE*, 36(108), 123-148.
- Asgary, N., Muhammad I., Nooreddin A. (2013). Disaster recovery and business continuity after the 2010 flood in Pakistan: Case of small businesses. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2, 46-56.
- Aubrecht, C., Fuchs, S., Neuhold, C. (2013). Spatio-temporal aspects and dimensions in integrated disaster risk management. *Natural Hazards*, 68, 1205-1216.
- Baeza, F. (2013). El sector transporte como sector estratégico de la economía. Material de Apoyo N°2. Centro de Investigación Político Social del Trabajo (CIPSTRA).
- Beniston, M., Stoffel, M., Hill, M (Eds.) (2013). *ACQWA. Assessing climate impacts on the quantity and quality of water*. The EU/FP7 ACQWA Project Science and Policy Brief. A large integrating Project under EU R&D Framework Programme 7 (FP7). Université de Genève.
- Blaike, P., Cannon, T., Davis, T., Wisner, B. (2003). *At Risk, Natural hazards people's vulnerability and disaster*. London: Routledge.
- Berkhout, F., Hertin, J., Gann, A. (2006). Learning to Adapt: Organisational Adaptation to Climate Change Impacts. *Climatic Change*, 78 (1), 135-156
- Cardona, O.D. 1999. *Environmental Management and Disaster Prevention: Two Related Topics - A Holistic Risk Assessment and Management Approach*, Natural Disaster management, Ingleton J. (Ed.) IDNDR, Tudor Rose, IDNDR, London.
- Castro, C.P., Ibarra, I., Lukas, M., Sarmiento, J.P. (2015). Disaster risk construction in the progressive consolidation of informal settlements: Iquique and Puerto Montt (Chile) case studied. *International Journal of Disaster Risks Reduction*, 13, 109-127.
- Carvallo, J. (2012) El sismo y la industria aseguradora: balance final, lecciones y tareas pendientes. Brain, I. y Mora, P. (2012) *Emergencia y reconstrucción. EL ANTES Y DESPUÉS DEL TERREMOTO Y TSUNAMI DEL 27F EN CHILE*. Fundación MAPFRE-Centro Políticas Públicas UC: Santiago.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2006). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Conceptos básicos sobre peligro y su representación geográfica. México.
- D'Ercole, R; Pigeon, P; Serrano, T. (2009). Complejidad, incertidumbre y vulnerabilidad: el riesgo asociado al volcán Cotopaxi en el Valle de los Chillos (Quito, Ecuador). *Bulletin de l'Institut Francaise d'Etudes Andines*, 38(3), 709-733.
- Howe, P. (2011). Hurricane preparedness as anticipatory adaptation: A case study of community businesses. *Global Environmental Change*, 21, 711-720.
- Huang, S-L., Yeh, C-T., Chang, L-F. (2010). The transition to an urbanizing world and the demand for natural resources. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 136-143.

- Ilustre Municipalidad de Hualaihué (2014). Plan de Desarrollo Comunal de Hualaihué 2014-2017. Chile.
- Joein, J., Luo, Y. (2015). *Experiences of Private Sector Involvement in DRR in Europe: Focus on Insurance*. Izumi, T. and Shaw, R. (2015) Disaster Management and Private Sectors. Challenges and Potentials. Springer: Heidelberg.
- Lavell, A., Franco, E. (1996). *Estado, Sociedad y Gestión de Desastres: en busca del paradigma perdido*. Lavell y Franco, Editores. LA RED, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, ITDG. Perú.
- Lavell, A. (2004). *The Lower Lempa River Valley, El Salvador: Risk Reduction and Development Project*. Bankoff, G., G. Frerks y Dorothea Hilhorst, Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People. Earthscan. Londres.
- Lei, Y., Wang, J. (2014). A preliminary discussions on the opportunities and challenges of linking climatic changes adaptation with risk reduction. *Nat Hazards*, 71, 1587-1597.
- Ministerio de Economía Fomento y Turismo. (2016). Informe regional: Región de los Lagos. Chile.
- Naranjo, J.A., Arenas, M., Clavero, J., Muñoz, O. (2009). Mass movement-induced tsunamis: main effects during the Pataonian fjordland seismic crisis Aisén (45°25'S), Chile. *Andean Geology*, 36(1), 137-145
- Pelling, M. (2003). *Natural disasters and development in a globalizing world*. London; New York: Routledge.
- Pelling, M., Wisner, B. (2008). *Disaster Risk Reduction. Case from urban Africa*. MP Books, Bodmin.
- Pissera, M. (1997) La cobertura de los peligros naturales. Papel del seguro y el reaseguro. Mapfre Análisis N°57:29-42.
- Sarmiento, J.P.; Hoberman, G.; Ilcheva, M.; Asgary, A.; Majano, A.; Poggione, S. and Duran, L. (2015) Private sector and disaster risk reduction: The Cases of Bogota, Miami, Kingston, San Jose, Santiago, and Vancouver. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 255-237.
- SII (2016) Estadísticas de empresas por región. Año tributario 2015. (online: [http://www.sii.cl/estadisticas/empresas\\_region.htm](http://www.sii.cl/estadisticas/empresas_region.htm))
- Sepúlveda, S.A. Serey, A. (2009). Tsunamigenic, earthquake-triggered rock slope failures during the April 21, 2007 Aisén earthquake, southern Chile (45.5°S). *Andean Geology*, 36(1), 131-136.
- Villar, L., Ramírez, J. (2014). Infraestructura regional y pobreza rural. Centro de Investigación Económica y Social. (FEDESARROLLO). Working paper, 61-2. Bogotá.
- Zhang, Y., Lindell, M., Prat, C. (2007) Vulnerability of community businesses to environmental disasters. Hazard Reduction & Recovery Center. Texas A&M University. College Station.
- UNDP-GAR (2013) Small Businesses: Impact of Disasters and Building Resilience. Analysing the vulnerability of Micro, Small, and Medium Enterprises to natural hazards and their capacity to act as drivers of community recovery. UNDP: Geneva





## MONITORAMENTO DA DINÂMICA EROSIVA DA BACIA DO RIO TINGIDOR; MORRETES - PARANÁ / BRASIL

A. Martins<sup>(a)</sup>, E. Passos<sup>(b)</sup>

(a) Pós Graduação em Geografia/Universidade Federal do Paraná  
martinsufpr2015@gmail.com

(b) Pós Graduação em Geografia/Universidade Federal do Paraná  
passosever@gmail.com

### Resumo

A dinâmica geomorfológica das vertentes no segmento inferior junto ao talvegue do rio Tingidor vem sendo analisada através do monitoramento dos processos erosivos. O rio Tingidor é um afluente da bacia hidrográfica do rio Jacareí, está localizado no Distrito de Floresta no município de Morretes no Estado do Paraná - Brasil. Nessa pesquisa foram implantadas seções de monitoramento de erosão e de blocos rochosos ao longo do vale do Rio Tingidor. Para mensuração dos processos erosivos, adotou-se o método por pinos de metal para averiguação da perda de solos e monitoramento dos blocos por coordenadas de alta precisão, para averiguação de possíveis deslocamentos. A pesquisa tem por objetivo avaliar a dinâmica geomorfológica através do monitoramento de ações erosivas na bacia hidrográfica do Rio Tingidor cuja foz intercepta o canal de navegação passagem para o Porto de Antonina, na Baía de Paranaguá (aproximadamente 15 Km a montante do Porto de Paranaguá).

**Palavras chave:** Monitoramento; processos erosivos; blocos rochosos.

### 1. Introdução

O monitoramento dos processos erosivos e dos blocos rochosos instáveis vem contribuindo para os estudos da dinâmica das vertentes na Serra do Mar paranaense. O experimento busca avaliar os processos erosivos na Porção Norte da Serra da Prata, através de um conjunto de fatores gerados por agentes externos e ações diretas e indiretas do homem no processo evolutivo da paisagem.

De acordo com Silveira (2014), a suscetibilidade natural condicionante dos movimentos de massa na Porção Norte Serra da Prata ultrapassa os 85%, com classificação entre muito alta e alta. Esses fatores são potencializados pelas características climáticas da região, através dos elevados índices pluviométricos que ocorrem na Serra do Mar.

Pesquisas realizadas no âmbito geológico e geomorfológico na bacia hidrográfica do rio Jacareí, na Serra da Prata, vêm gerando um banco de dados importante sobre os movimentos de massa e áreas suscetíveis a deslizamento na Bacia hidrográfica do rio Jacareí. As contribuições dos pesquisadores apresentam considerações importantes sobre as áreas de riscos e evolução da bacia hidrográfica do rio Jacareí na Serra do Mar paranaense (PINTO, PASSOS, CANEPARO, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2013).

Os estudos e pesquisas em geomorfologia vêm sendo constantemente aprimorados para melhor entendimento dessa dinâmica evolutiva da bacia hidrográfica do rio Jacaré. Desta forma, se faz necessária uma análise detalhada do conjunto de fatores que condicionam a evolução do relevo, através de processos resultantes do conjunto das ações naturais que interagem na morfodinâmica da paisagem (ALMEIDA, 1998; FIORI, 2009; KELLER, 1992; TRICART, 1959; AB'SABER e BIGARELLA, 1961; PASSOS, 1987).

O relevo das encostas da Serra do Mar, no Paraná, apresenta alto grau de instabilidade, característica natural da região, apresentando elevados índices pluviométricos o ano todo. Esses fatores podem ocasionar movimentos de massa de diversas magnitudes, conforme literaturas sobre instabilidade e dinâmica geomorfológica desenvolvidas por diversos pesquisadores (BIGARELLA *et al.*, 2003; FERNANDES *et al.*, 2004; SILVEIRA *et al.*, 2012; SILVEIRA, 2013; PASSOS, 2000; OKA-FIORI *et al.*, 2006; VANHONI, MENDONÇA, 2008), que demonstram esses movimentos ocasionados por um conjunto de fatores condicionantes como clima, declividade, vegetação, solos e rochas, que potencializam a dinâmica das vertentes.

Neste contexto, o método de monitoramento de processos erosivos proposto na bibliografia de Cunha & Guerra (1996) são fundamentais para a mensuração da ação morfodinâmica pós-deslizamentos, ocorrido em 2011 na Serra da Prata. De acordo com Bigarella (2003), o conjunto dos fatores naturais controladores da dinâmica geomorfológica estão associados às diversas formas e processos intempéricos. Características que aumentam as possibilidades de ocorrer novos deslizamentos no distrito de Floresta, nas áreas próximas das encostas do Parque Nacional Sant-Hilaire/Lang, na Serra da Prata no Paraná. Nesta região ocorreu um dos maiores desastres (em 11 de março de 2011) por deslizamentos de encostas no Estado do Paraná nas últimas décadas, com grandes prejuízos socioeconômicos (FERNANDES, AMARAL, 2003; VITTE e GUERRA, 2010; ROSS 2005).

Os deslizamentos geraram um grande volume de materiais detríticos ao longo do vale do rio Tingidor. Foram identificados quatro grandes setores a partir do escorregamento fonte, seguido de corte e entulhamento de sedimentos e depósito de blocos médios na base em forma de leque, materiais de menores densidades e diâmetro analisado ao longo da planície no segmento inferior das encostas, processo que deixou o talvegue desprovido de vegetação, expondo os materiais remanescentes (tálus, colúvios, alúvios e rochas intemperizadas) à erosão. Neste sentido, esta pesquisa objetiva estudar os processos erosivos e possíveis movimentos de blocos rochosos (matacões) ao longo do segmento inferior do vale (MARTINS *et al.*, 2012).

## 2. Material e Métodos

O monitoramento dos processos erosivos vem sendo realizado em seções que estão localizadas ao longo do vale do rio Tingidor, na encosta ocidental da Serra da Prata, inserida na bacia hidrográfica do Rio Jacareí, entre as coordenadas na parte jusante Lat.-25°54'31'', Long. 48°68'52'', Alt.11m, Lat- 25°53'85'', Long.-48°69'64'', Alt. 13m e na parte montante Lat. 25°58'71'', Long. 48°67'90'', Alt. 807m, Lat.25°62'69'', Long. 48°68'92'', Alt. 1448m, no município de Morretes PR, no interflúvio da Serra da Prata (figura 01).

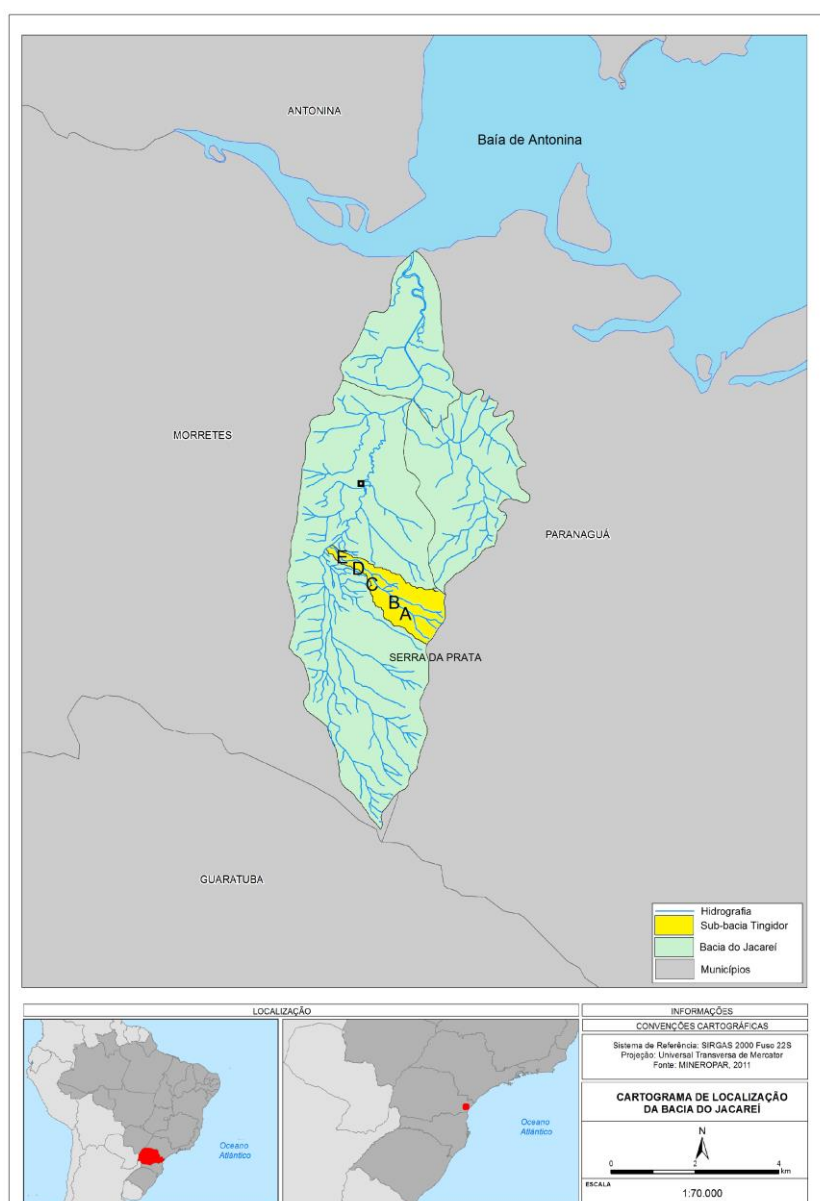


Figura 1 - Localização da área de monitoramento na Bacia hidrográfica do Rio Jacareí.

Fonte: Os autores (2016)

A encosta ocidental da Serra da Prata está localizada em uma área de transição climática classificada, de acordo com Köppen, apud Maack (1981), como Cfa subtropical superúmido mesotérmico e com verões quentes nas altitudes até 700 m (fig. 02), e Cfb subtropical superúmido mesotérmico, com verões amenos acima dessa altitude. A fisionomia da vegetação é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa submontana onde o clima é classificado como Cfa e Floresta Ombrófila Densa Montana no Cfb, características que pode ser observado pelos índices pluviométricos elevados dessa região (Blum *et al.*, 2011).

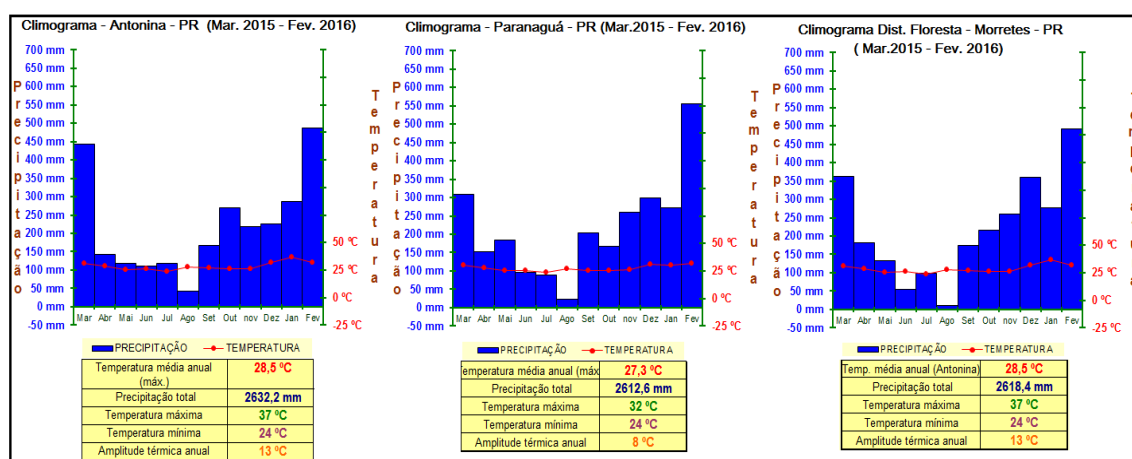


Figura 02 - Climograma de Antonina-PR do período do monitoramento dos processos erosivos e blocos rochosos. Fonte: Simepar 2016

De acordo com vários autores (Maack, 1968; Kozciak, 2005; Bigarella et al. 1978), foram registrados ao longo de décadas médias pluviométricas com variações entre 1.800 e 2.500 mm ao ano. Os maiores índices pluviométricos ocorrem no período de verão, por apresentar calor mais intenso e elevado índice de evaporação. Consequentemente, é muito comum a ocorrência das chuvas convectivas na Serra do Mar paranaense, fator observado em campo e comparado com dados obtidos na pesquisa, nos meses de novembro até março, que apresentam os maiores índices pluviométricos. Estas características climáticas potencializam o desencadeamento dos processos erosivos que ocorrem na Serra do Mar paranaense, apresentando alterações significantes na bacia hidrográfica do rio Tingidor, ocasionada pela corrida de detritos na Serra da Prata em 2011, caracterizada por mudanças bruscas da paisagem em curtos períodos de tempo (PINTO, PASSOS, CANEPARO, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2013; MARTINS *et al.*, 2012).

O método adotado é descrito por Cunha & Guerra (1996), com uso dos pinos de erosão para monitoramento, e considerado eficiente, aplicado por pesquisadores na avaliação de erosão dos solos (ROCHA e SOUZA FILHO, 1996; WOLMAN, 1959; DE PLOEY e GABRIELS, 1980).

O material foi confeccionado com vergalhões com 0.6 mm de diâmetro (figura 03) e comprimento de 30 cm cada. Os pinos foram pintados com duas cores para facilitar

visualização, uma parte com 10 cm que fica exposta e outra com 20 cm que fica enterrado no solo. A parte exposta foi pintada de amarelo mantendo a medida exata de 10 cm para todos os pinos, e a parte que ficou enterrada foi aplicado zarcão para proteger contra oxidação. Posteriormente foram fixados 50 pinos em cada seção de monitoramento.

Esse método exige maior frequência de observações e coletas de dados, no mínimo uma vez por mês, para mensuração dos processos erosivos. No final da pesquisa os valores compilados podem ser estimados por espessura e/ou volume de solos erodidos (GUERRA *et al.*, 2005; GUERRA, 2007; RAMOS, 2012).

$$PSE = HS \times EXT \times DA$$

PSE = Perda de solo através de erosão laminar; HS = Altura média da exposição dos pinos de erosão; EXT = Extensão da área monitorada (largura x comprimento); DA = Densidade aparente do solo.

Para o monitorando dos blocos rochosos visivelmente instáveis adotou-se o método de posicionamento Relativo Estático, técnica que se baseia em combinações lineares que oferece maior precisão e acurácia. De acordo com Krueger (2006), esse método oferece precisão satisfatória para monitoramento de blocos rochosos, que será realizado por meio de repetições das coordenadas da linha de base no vale do Rio Tingidor.

Para melhorar a confiabilidade dos dados da pesquisa foi implantado um marco piramidal, padrão IBGE, em uma distância menor que 10 km dos pontos observados, possibilitando obter maior precisão na ordem de 0,01 a 1 ppm com no mínimo uma hora de rastreo (MONICO, 2000).

Os blocos rochosos foram identificados em levantamentos de campo na área de monitoramento dos blooiicos. Após identificação dos blocos instáveis, nestes foram fixadas plaquetas de metal (marcos geodésicos) conforme critérios técnicos definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, conforme as normas do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB, para rastreamento e homologação das coordenadas (IBGE 1983).

O monitoramento dos blocos rochosos exige alta precisão, acurácia e pós-processamento dos dados para minimizar os possíveis erros de sinal do satélite. O método, para maior eficiência, recomenda-se planejamento e programação dos melhores horários da distribuição dos satélites, tempo de rastreo, entre outros fatores que determinam a qualidade da precisão *PDOP - Dilution Of Precision*, reduzindo ao máximo as distorções de sinais do sistema de posicionamento global *GPS - Global Positioning System* (Leica, 2004; Monico, 2000; Gemaël, 2004).

### 3. Resultados e Discussões

A área da pesquisa está inserida em uma região que de acordo com a classificação de solos do Estado do Paraná, mapeado pela EMBRAPA apresenta características dos solos das regiões de média e altas altitudes da Serra do Mar, como Latossolo Vermelho Amarelo e Cambissolo Podzólicos Vermelho Amarelo, além de afloramentos rochosos, e na planície ocorrem o Podzol, os Hidromórficos e os solos de Mangue (EMBRAPA, 1984).

O monitoramento dos processos erosivos vem gerando dados preliminares importantes para pesquisa, fato que possibilitou em menos de quatro meses analisar grandes alterações nos pontos monitorados. Os dados obtidos nas seções de monitoramento demonstraram que a erosão vem modificando constantemente os perfis monitorados da vertente (figura 2) com ações erosivas, transporte de sedimentos em suspensão e de fundo no canal do Rio Jacaré e seus afluentes.

De acordo com os dados coletados e observações realizadas em campo durante o monitoramento, foram obtidos resultados importantes para uma pré-avaliação da dinâmica das vertentes, analisada por conjunto de processos erosivos que vêm ocorrendo nas margens do rio Tingidor. A técnica dos pinos de erosão apresentou eficiência durante o período de monitoramento, quando se observou a erodibilidade e exposição na base do pino originalmente enterrado no solo, fator que determina a perda de material ao longo da área monitorada. Esses dados foram catalogados e cruzados com os índices pluviométricos da área de estudo no período monitorado.

Desta forma, constatamos que os resultados obtidos na pesquisa (fig. 03) vêm demonstrando que o método possibilita avaliar a dinâmica das vertentes de forma significativa, com os pinos de erosão. Apresentando em todas as seções alterações significantes, com perda de solos nos perfis monitorados na base da encosta, verifica-se a presença de forte erosão laminar e deslizamentos nos meses em que os índices pluviométricos ultrapassaram a média dos 300 mm (figura 02). Os solos removidos pelos processos erosivos e deslizamentos foram transportados como materiais em suspensão e de fundo, depositados na planície da bacia do rio Jacaré como depósitos aluvionares, ou transportados para o fundo do canal da Baía de Paranaguá – PR.

A pesquisa demonstrou características importantes observadas em período de quatro meses de monitoramento das seções (figura 03 – A, B, C, D) com os pinos de erosão que ficaram fixados 20 cm e expostos 10 cm. Esses pinos vêm aumentando sua exposição conforme a erodibilidade aumenta no perfil ao longo das seções na bacia do rio Tingidor.

As alterações nos perfis são evidentes, conforme resultados preliminares da pesquisa realizada (figura 03) no período de aproximadamente quatro meses de monitoramento:



• Setor A – Setor de compartimentação no vale do rio Tingidor, apresentando base de deposição de sedimentos finos, representada na primeira imagem. Nesta área os resultados preliminares da pesquisa, avaliaram o volume de sedimento depositado e erodido na compartimentação da Serra do Mar após o período da corrida de detritos, característica observada pelos pinos de erosão que ficaram expostos com mais de 10 cm em média, devido ao transporte de sedimentos ocasionado pelo rio Tingidor entre os meses de novembro de 2015, até fevereiro de 2016.



Figura 03: A - Monitoramento do depósito de sedimentos em compartimentação do vale do rio Tingidor; B Monitoramento de erosão nas margens do rio Tingidor; C – Erodibilidade e movimento translacional na margem esquerda do rio Tingidor; D – Monitoramento da erodibilidade das margens do rio Tingidor E – Monitoramento de blocos rochosos instáveis. Fonte: Os Autores (2016).

• Setor B – Nesse setor o monitoramento de erosão dos solos apresentou resultados preliminares com processos erosivos significativos, conforme observado na imagem (figura 02), com erosão observada nos pinos que ficaram expostos aproximadamente 5 cm em média na seção monitorada. Nessa área ocorreram deslizamentos translacionais decorrentes dos elevados



índices pluviométricos, de aproximadamente 500 mm, registrado no mês de fevereiro de 2016, processo erosivo translacional que arrancou a maioria dos pinos de monitoramento de erosão.

- Setor C – Os processos erosivos apresentaram resultados preliminares significantes durante os meses de novembro de 2015 até janeiro de 2016, com ação erosiva ocorrendo nas margens e deposição no canal do rio Tingidor, contabilizando uma média de 3 cm de erosão na seção de pinos monitorados.

- Setor D – Apresenta processo erosivo muito intenso nas margens do canal, processo analisado pela exposição da base dos pinos pela perda de solo.

- Setor E – Nessa etapa não apresenta resultados perceptíveis por não ter ocorrido à repetição dos dados geodésicos. Os resultados serão avaliados após obtenção das repetições de coordenadas de alta precisão, obtidas por receptores de dupla frequência nos blocos rochosos, para averiguação de possíveis deslocamentos em um espaço de tempo de seis em seis meses. Os dados foram coletados com equipamento de dupla frequência Topcon Hiper Lite Plus RTK GPS pelo método estático, com um receptor instalado na base de referência e outro no bloco cuja distância máxima é de 5 km aproximadamente. Esse método pode ser realizado com maior frequência, dependendo da área a ser monitorada, principalmente se o bloco se encontrar em área de ricos com moradias ou rodovias.

O monitoramento realizado entre os meses de novembro de 2015 até fevereiro de 2016, demonstraram alterações perceptíveis nas vertentes da bacia hidrográfica em curto espaço de tempo. Resultados que foram analisados nas seções por perdas de solo (tabela 01) nesse período devido aos elevados índices pluviométricos acumulados. Fato observado em fevereiro de 2016, com média atingindo 450 mm na estação pluviométrica (Floresta), implantada pelo Simepar na área de pesquisa, gerando grandes alterações na bacia hidrográfica do Rio Jacaré.

**Tabela 01** – Monitoramento dos processos erosivos no vale do rio Tingidor na Serra do Mar paranaense.

ÁREAS	HP	EXT	DA	PSE
(Setores)	(m.)	(m <sup>2</sup> )	g kg <sup>-1</sup>	kg área erodida
(h)/ano				
P1	0,05	600	1,29	38700
P2	0,03	400	1,23	14760
P3	0,06	800	1,34	64320
P4	0,05	600	1,52	45600
P5	0,04	750	1,56	46800
P6	0,08	800	1,46	93440

HP = altura média de exposição dos pinos de erosão, EXT = extensão da área monitorada (largura x comprimento), DA = densidade aparente do solo, PSE = perda de solo por erosão laminar. Fonte: Os autores (2016).

Esses dados apresentam uma estimativa preliminar de quatro meses de monitoramento dos processos erosivos nas margens do rio Tingidor, afluente do rio Jacareí. O cálculo da erodibilidade foi baseado na altura média da exposição dos 50 pinos fixados por setor monitorado, resultando em elevados volumes de material transportados e depositados, causando assoreamento no canal do rio Jacareí.

As análises bibliográficas da caracterização geológica e litoestratigráfica da Serra da Prata demonstram um complexo Gnáissico-Migmatítico e Granítico-Gnáissico do período arqueano-proterozóico inferior, com 2,5 – 1,8 milhões de anos. Desta forma, a Serra do Mar paranaense apresenta sua particularidade por ser uma serra de borda com escarpa modelada por erosão diferencial. (MINEROPAR, 2001; 2005).

As características geológicas e geomorfológicas observadas no campo após ocorrência de fluxo de detritos demonstraram algumas áreas instáveis propícias para o monitoramento (figura 03 - E) dos blocos rochosos expostos e/ou movimentados recentemente. A força da corrida de detritos retirou material do leito causando o alargamento do canal do rio Tingidor, expondo depósitos de detritos, de eventos que ocorreram em tempos pretéritos, que ficaram expostos ao longo das margens da bacia hidrográfica do rio Tingidor.

O monitoramento de blocos rochosos apresenta uma dinâmica menos acelerada em relação às ações erosivas descritas nessa pesquisa. Os processos de movimentação e alteração dos blocos rochosos de médio e grande porte exige maior tempo para apresentar resultados significantes, quando comparado com os processos erosivos. Essas características das rochas limitam na obtenção dos resultados do monitoramento em curto espaço de tempo nessa pesquisa. Deste modo, como ainda não foi realizada a segunda campanha, não foi possível gerar dados para verificar as possíveis movimentações de blocos.

Os dados obtidos nos processos erosivos vêm indicando a remoção do material de base (solos, colúvios, alúvios e elúvio) de sustentação dos blocos, tornando o ambiente favorável a possíveis movimentações dos blocos instáveis. Esse processo poderá ocorrer em curto, médio ou longo prazo dependendo dos fatores climáticos que condicionam esses processos, e a própria localização geográfica dos blocos.

#### **4. Considerações Finais**

O desenvolvimento dessa pesquisa apresenta resultados parciais sobre o monitoramento dos processos erosivos e de blocos rochosos de pequenos, médios e grandes proporções. Os estudos demonstram a dinâmica da vertente por meio de dados quantitativos durante o monitoramento dos processos erosivos na Serra da Prata. Dessa forma, foi possível observar significativas

alterações em um curto período de tempo, em aproximadamente quatro meses de monitoramento.

Outro método importante associado ao monitoramento de erosão dos solos, o monitoramento dos blocos rochosos aparentemente instáveis, ainda não gerou dados para análise e serão obtidos a partir dos próximos meses. Porém, avaliamos que ao longo do tempo os processos erosivos vêm retirando solos da base de sustentação de alguns blocos rochosos deixando-os instáveis. Esses dados analisados demonstraram que os processos erosivos na Serra do Mar ocorrem de forma acelerada, mesmo sem a interferência da ação do homem. Deste modo, o assoreamento de canais fluviais a jusante e o carreamento de materiais sedimentares para Baía de Paranaguá é significativo e deve acelerar a necessidade de dragagem do canal de navegação entre os portos de Antonina e Paranaguá a jusante da foz do rio Tingidor.

Espera-se ao fim dessa pesquisa, contribuir com informações importantes para o entendimento da dinâmica das vertentes, através dos métodos utilizados para obtenção de dados precisos dos processos erosivos, e do monitoramento dos blocos rochosos ao longo do vale do Rio Tingidor, inserido na bacia hidrográfica do Rio Jacareí.

## **5. Agradecimentos**

Ao Prof. Dr. Everton Passos pelas aulas e orientações nesse mestrado. Agradeço também aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGeo que vem participando de forma direta ou indireta nessa pesquisa e a todos aqueles envolvidos nos Laboratórios da UFPR. Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais – LAGEAMB / Laboratório de Hidrogeomorfologia – LGH / Laboratório de Estudos Sedimentológicos e Petrologia Sedimentar LABESD, e ao apoio financeiro da CAPES, por meio do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR.

## **6. Bibliografia**

- AB'SABER, A.N.; BIGARELLA, J.J. Considerações sobre a morfogênese da Serra do Mar do Paraná. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, (4/5): 94-125, 1961.
- ALMEIDA, F. F. M. & CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. Rev. Bras. Geoc., São Paulo, 1998. 28 (2): 135-150.
- ARAÚJO, P. C. de. Análise da suscetibilidade a escorregamentos: uma abordagem probabilística. 172 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro – SP, 2004.
- BIGARELLA, J. J. Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná - contribuição à geografia, geologia e ecologia regional. Curitiba: SEPLAN, 1978.
- BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E.; HERRMANN, M. L. P.; SANTOS, G. F.; MENDONÇA, M.; SALAMUNI, E.; SUGUIO, K. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2003 v. 3 (p. 877-1436).

- BLUM, C.T.; RODERJAN, C.V. & GALVÃO, F. O clima e sua influência na distribuição da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná. *Floresta*, 41:589-598, 2011.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia: exercícios, técnicas, aplicações. Organizações - ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil p 157 - 190, 1996.
- DE PLOEY, J & GABRIELS, D Measuring Soil Loss and Experimental studies. In: *Soil Erosion*. Orgs. M.J. Kirkby e Wiley & Sons, 63-108, 1980.
- EMBRAPA-IAPAR. Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná. Boletim Técnico, nº 27, Tomo I e II. Londrina, 1984.
- FERNANDES, N. F. & AMARAL, C.P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: *Geomorfologia e meio ambiente/ Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha (org.)*. 40 ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 372p.
- FERNANDES, N.F.; GUIMARÃES, R.F. GOMES, R.A.T; VIEIRA B.C.; MONTGOMERY, D.R.; GREENBERG, H.M. Topographic controls of landslides in Rio de Janeiro: field evidences and modeling. *Catena (Cremlingen)*, v. 55, p.163-181, 2004.
- FILHO J. E. A.; SCHULZ H.E.; SALLA M. R. Modelagem Matemática do Transporte de Sedimentos em Canais. In: *Poleto, C. Ambiente e Sedimentos*. Porto Alegre: Editora da Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. 404p. 2008.
- FIORI, A. P.; CARMIGNANI, L. Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes. 2ª Edição, Editora UFPR: Oficina de Textos, 2009.
- GEMAE, C. ANDRADE, J. B. “Geodésia Celeste”. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.
- GEOPLANEJAMENTO, Pesquisa Mineral e Geologia Ambiental SS. Ltda. Mapa geológico simplificado - Bacia do rio Jacaré. In: *Mapeamento Geológico-Geotécnico da Porção Leste da Serra do Mar do Estado do Paraná, Mapa XVI. Escala: 1:20.000*. 2011.
- GUERRA A. T.; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. - 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 652p.
- GUERRA, A. J. T. (2007). Experimentos e processos erosivos nas encostas. In: *Revista do Departamento de Geografia*, n.16, 32-37p. 2007.
- GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas, in CUNHA, S. B., & GUERRA, A.J.T. (Orgs.) *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*; Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 140 - 155p., 1996.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Org). (2005). *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil.
- HAACK, L. Classificação granulométrica e mineralógica dos sedimentos de carga de fundo do Rio Cubatão do Norte, SC. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- IBGE Resolução PR nº 22 Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos. 1983
- KELLER, Edward. *Environmental Geology*. 6th Ed. Ontario, USA, 521p. 1992.
- KOZCIAK, S. Análise Determinística da estabilidade de Vertentes na Bacia do Rio Marumbi – Serra do Mar – Paraná. 141 p. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2005.
- KRUEGER, C.P. Posicionamento por Satélites. Apostila do curso de especialização em geotecnologias, Universidade Federal do Paraná, 2006.
- LEICA, A. “GPS Satellite Surveying”. Canadá: John Wiley & Sons, 3 edição, 2004.
- MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 2ª ed. Editora José Olympio. 1968. Rio de Janeiro. 450p.
- MAACK, Reinhard. Geografia física do estado do Paraná. Rio de Janeiro: José Olímpio Editores, 1981.
- MARTINS, A.; FERREIRA, M.B.P.; PONTONI, D.R.; BATISTA, A.H.; PASSOS, E. Descrição da compartimentação de processos de movimentos de massa na Serra da Prata em Morretes – PR. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. 2012, Rio de Janeiro (RJ). Anais do IX SINAGEO. Disponível em <<http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/1/1-377-147.html>> Acesso em: 20 jan. 2016.

- MINEROPAR, Atlas comentado da geologia e dos recursos minerais do Estado do Paraná. Curitiba: MINEROPAR, 2001.
- MINEROPAR. Mapa Litoestratigráfico do Estado do Paraná, Folha de Curitiba (SG.22-X-D). Curitiba: MINEROPAR, 2005. Escala 1:250.000.
- MONICO, J. F. G. “Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: Descrição, Fundamentos e Aplicações”. 1ed. São Paulo: Unesp, 2000. P 287.
- OKA-FIORI; SANTOS, L.J.C.; CANALI, N. E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F.; ROSS, J.L.S. Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná: escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. 59 p. Minerais do Paraná – MINEROPAR, Curitiba, 2006.
- PASSOS, E. Classificação fitogeomorfológica de ecossistemas florestais numa porção do setor oriental do Estado do Paraná. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2000. 244p.
- PASSOS, E. Relação entre vertentes e solos em Umbará – Curitiba – PR. Dissertação de mestrado da Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 1987. 194 p.
- PINTO, R. C., PASSOS, E., CANEPARO, S. C. Classificação dos movimentos de massa ocorridos em março de 2011 na Serra da Prata, estado do Paraná. *Geoinfág: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Maringá*, v.4, p.3 – 20, 2012.
- RAMOS, Y. S; et al. Degradação física das áreas de entorno do reservatório da usina hidrelétrica Luiz Gonzaga/ PE Brasil. *Revista Verde (Mossoró – RN)*, v. 7, n. 5, p. 132-139, dezembro de 2012 (edição Especial). 2012.
- ROCHA, P. C.; SOUZA FILHO, E. E; COMUNELLO, E; CORREA, G. T. Evolução Hidrodinâmica e Processos Erosivos Marginais nos Canais do Sistema de Inundação do Alto Rio Paraná, Região Centro-Sul do Brasil. *Pesquisas em Geociências (UFRGS)*, Porto Alegre - RS. 2001. v.28, n. 2, p. 161-170. Disponível em [http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/assoreamento\\_plano\\_de\\_trabalho/\\$FILE/Plano%20de%20trabalho.pdf](http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/assoreamento_plano_de_trabalho/$FILE/Plano%20de%20trabalho.pdf). html> Acesso em: 27 fev. 2016.
- ROSS, J.L.S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. Sao Paulo: 8ª Edição. Contexto, 2005. 84p.
- SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; FERREIRA, A. M.; FELIPE, R. S.; KEPEL FILHO, J. L.; FOLADOR, R. M.; COSTA, L.C. Análise do Fator de Segurança da Estabilidade das Vertentes na Bacia do Rio Jacareí, Serra do Mar Paranaense. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, p. 287-297, 2012.
- Silveira, C.T. da, A.P. Fiori, A.M. Ferreira, J.R. de Góis, G. De Mio, R.M.P. Silveira, N.E.B. Massulini & T.M.H. Leonardi. 2013. Emprego de atributos topográficos no mapeamento da susceptibilidade a processos geoambientais na bacia do rio Jacareí, Paraná. *Soc. & Nat. (Uberlândia)* 25: 623-639. Online: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v25n3/v25n3a14.pdf>
- SUGUIO, K. Geologia Sedimentar. São Paulo: editora Edgard Blücher Ltda, 2003. 400p.
- TRICART, J. Divisão morfoclimática do Brasil Atlântico Central. *Boletim Paulista de Geografia* 31: 3-44, 1959.
- VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 193 – 221, 2010.
- WOLMAN, M.G. Factors influencing erosion of a cohesive river bank. *American Journal of Science*, 257; 204-216, 1959.

## IDENTIFICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE SUPERFÍCIES APLANADAS AUXILIADA POR SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (ALGARVE CENTRAL, PORTUGAL)

P. Guerreiro <sup>(a)</sup>, L. Cunha <sup>(b)</sup>, C. Ribeiro <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), Universidade de Coimbra  
pauloguerreiro@gmail.com

<sup>(b)</sup> CEGOT, Departamento de Geografia, Universidade de Coimbra  
luciogeo@fl.uc.pt

<sup>(c)</sup> Departamento de Geociências, ICT, Universidade de Évora  
cribeiro@uevora.pt

### Resumo

O Algarve inclui unidades geomorfológicas distintas, que resultam da interação entre a heterogeneidade litológica e a deformação tectónica associada à localização da região junto ao limite de placas Eurásia-Núbia. Desta forma, para além de degradados por processos erosivos, as superfícies aplanamento encontram-se compartimentadas e, por vezes, basculadas por processos tectónicos. O nível mais elevado identificado corresponde à Superfície do Caldeirão, no Maciço Hercínico, muito degradada por processos de erosão fluvial e com um bloco soerguido pela ação tectónica, elevado a aproximadamente 500 m de altitude, e outro, a 350 m de altitude que se prolonga já para os terrenos mesozóicos. A cotas inferiores encontra-se a Superfície Intermédia, igualmente desnivelada em pelo menos dois blocos, a 200-220 m e a 240-260 m de altitude. Por fim, as rechãs alongadas e de menor expressão areal, talhadas na primeira linha de relevos aos 170-155 m, aos 120-130 m, aos 80-90 m e aos 60-70 m.

**Palavras-chave:** geomorfologia, geomorfologia cársica, superfícies de aplanamento, Algarve Central, Portugal

### 1. Introdução

A constituição litológica do território algarvio é bastante heterogénea e, sendo uma região litoral de tectónica ativa (Dias, 2001), apresenta domínios geomorfológicos distintos. As diferentes condições tectónicas e climáticas contribuíram, para a existência de níveis aplanados a diferentes altitudes, já definidos por Feio (1952) como rechãs litorais e formas de maturidade. O autor identificou várias plataformas marinhas pliocénicas e quaternárias até 160 m de altitude, bem como níveis de maturidade entre os 200 m e os 500 m de altitude, níveis estes também referidos por Medeiros-Govêa (1938), Crispim (1982), Guerreiro (2015) e Guerreiro *et al.* (2016).

A atividade neotectónica apresenta, de igual forma, um papel importante na evolução do relevo na região contudo, as consequências morfo-estruturais são ainda pouco conhecidas, o que dificulta a interpretação (Terrinha *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2012).

## 2. Enquadramento geográfico

A par da análise morfométrica do terreno, a geologia da região é fundamental para compreender a diversidade e relações entre superfícies de aplanamento. O Algarve é uma região com tectónica ativa e apresenta uma grande diversidade de litologias, que se refletem em unidades da paisagem com características distintas: o metassedimentos paleozóicos da Serra, as colinas margo-carbonatadas do Barrocal meso-cenozóico e a plataforma detrítica plio-pleistocénica Litoral (Feio, 1952; Terrinha *et al.*, 2013) (Figura 1).

Localizado no limite das placas eurasiática e núbica, todo o sistema foi deformado por tensões compressivas e distensivas desde a base do Mesozóico, que estão na origem de deformações estruturais nos terrenos que compõem o Algarve (Manuppella *et al.*, 1992; Terrinha *et al.*, 2013). A complexidade estrutural desta bacia é adensada pela deformação neotectónica destes materiais (Ressurreição *et al.*, 2011; Carvalho *et al.*, 2012; Terrinha *et al.*, 2013).

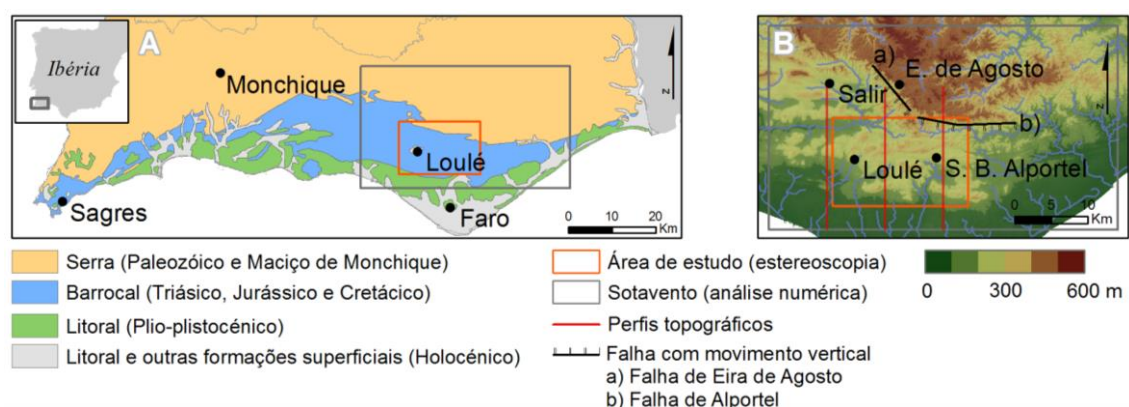


Figura 1 – Regiões Naturais do Algarve (A) e enquadramento geográfico da área de estudo (B) (informação de base da litologia extraída de Atlas do Ambiente (1982) e base altimétrica de Cartas Militares de Portugal).

## 3. Metodologia

No procedimento de definição e caracterização de superfícies aplanadas, foi utilizado o SIG e feita a interpolação de um DEM com quadrículas de 25 m<sup>2</sup>, a partir das Cartas Militares de Portugal com uma equidistância de 10 m, detalhe suficiente para não comprometer a expressão de aplanamentos excêntricos a esta escala de análise (v. g. superfícies longas e estreitas) nem os cálculos devido ao volume de informação. As quadrículas do DEM foram convertidos num ficheiro vetorial de pontos, aos quais se associaram os valores das cotas. Para proceder à quantificação das classes hipsométricas foi criada uma tabela de atributos associada ao DEM (*Digital Elevation Model*), adaptando a metodologia apresentada por Cooley (2015).

A partir da informação extraída pelo DEM, foram calculados os declives e o resultado reclassificado de forma a obter uma classe de declives inferiores a 10 %, eliminando a restante área que, por sua vez foi convertida em vetor. A área de declives inferiores a 10 % serviu assim para identificar automaticamente áreas aplanadas.

A informação da tabela de atributos da *shapefile* de pontos foi extraída para *Microsoft Excel* em classes com um intervalo de 10 m tanto do DEM em bruto, como do DEM correspondente às áreas aplanadas. Para identificar a continuidade regional nos níveis identificados, foram aplicados métodos quantitativos à análise do relevo de parte do sotavento algarvio com base na análise do DEM, com a área selecionada de forma a evitar os depósitos plio-quadernários do Litoral.

Como complemento à análise das curvas hipsométricas, foram elaborados os histogramas de frequências acumuladas das classes hipsométricas de 10 m (à semelhança dos histogramas elaborados por Rowberry *et al.* (2007)), construídos neste caso a partir de perfis topográficos E-W com um intervalo de 1 km e 18 km de extensão.

Como complemento à análise numérica do terreno, procedeu-se à fotointerpretação em estereoscopia para reconhecer as várias superfícies de aplanamento do Algarve Central. Devido à sua expressão na paisagem reduzida ou ao basculamento das superfícies aplanadas, a estereoscopia permite identificar a continuidade entre níveis mais afetados por processos erosivos (Figura 2). Este carácter local poderá dever-se à fragmentação tectónica e à incisão fluvial, assim como a processos intrinsecamente locais como acontece com as superfícies cársicas associadas a aquíferos suspensos ou às plataformas formadas pela acumulação de tufos calcários.

## **4. Resultados**

### **4.1. Análise numérica do terreno**

Calculadas as áreas com declive inferior a 10 %, foi possível reduzir a área total de aproximadamente 230 Km<sup>2</sup> para cerca de 100 Km<sup>2</sup> (Figura 2-A). Este método permitiu ter uma perspetiva geral das superfícies aplanadas existentes na área, com uma distribuição muito semelhante às superfícies identificadas com recurso a estereoscopia, cartas militares e trabalho de campo (Figura 2-B).



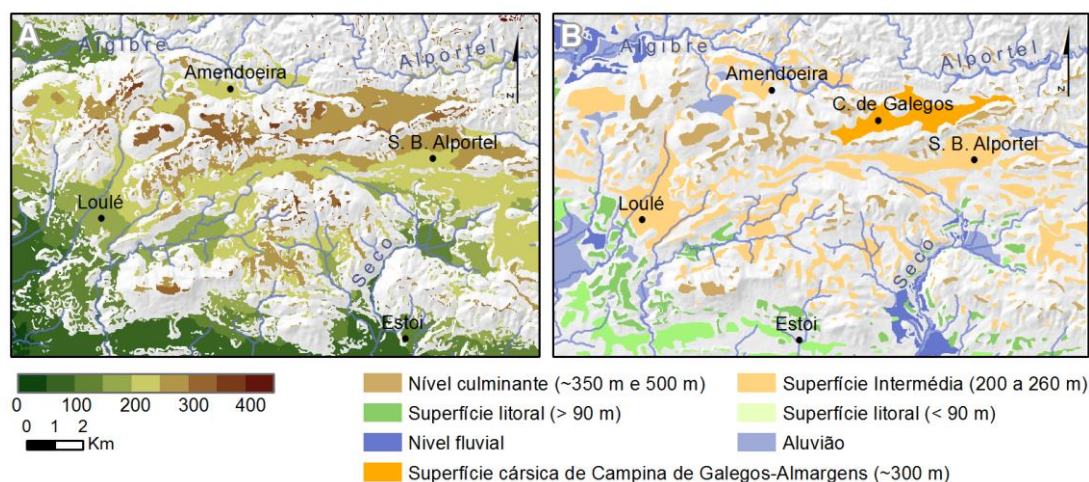


Figura 2 – Figura comparativa entre as áreas de declive inferior a 10 % criadas automaticamente (A) e as superfícies aplanadas identificadas manualmente (B).

As curvas hipsométricas correspondentes à análise de toda a área de estudo e às áreas com um declive inferior a 10% apresentam tendências semelhantes contudo, no segundo caso, os picos são mais evidentes, chegando a ter uma variação de 1,9 % no caso da área de estudo, e de 2,4 % no caso do sotavento (Figura 3).

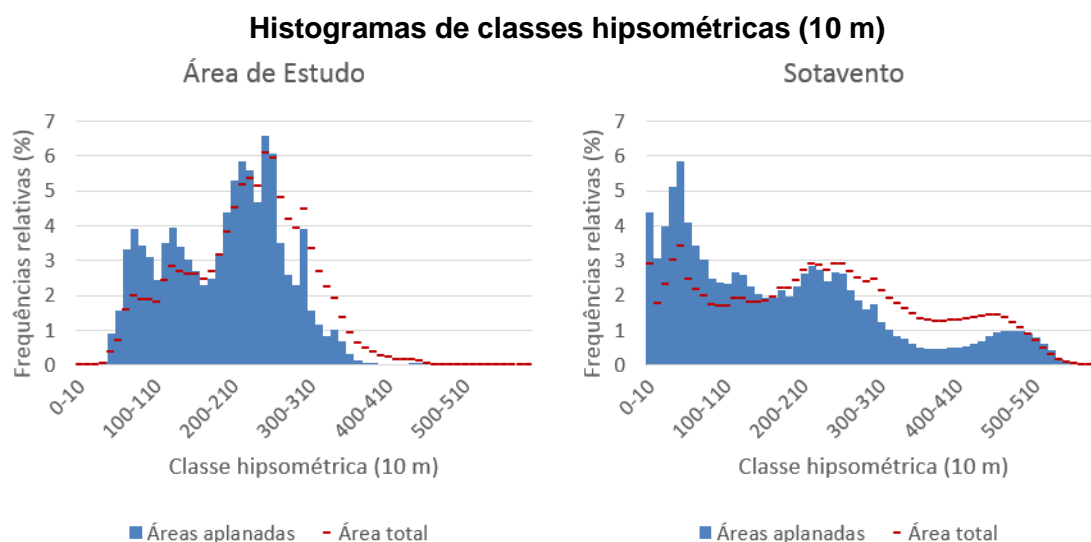


Figura 3 – Histogramas de classes hipsométricas (10 m) total da “Área de estudo” e para o “Sotavento” comparativo entre os resultados de toda a área e de apenas as superfícies de declive inferior a 10 % das mesmas áreas (informação de base das Cartas Militares de Portugal).

A evolução das frequências relativas da hipsometria da área de estudo apresenta vários conjuntos de classes, com 5 máximos relativos. Quanto à sua distribuição, estes máximos encontram-se na área do Litoral-Barrocal (aos 70-90 m), no Barrocal (aos 110-140 m, aos 190-260 m (com máximos aos 210-220 m e 240-250 m) e aos 290-300 m) e no Barrocal-Serra (aos 330-340 m). Relativamente à área do Sotavento, acrescem os picos nas classes 0-10 m, 20-50 m, 170-180 e 460-470 m, com os dois primeiros no Litoral, o terceiro no Barrocal, e o quarto na Serra.

As cotas entre 170 m e 190 m são também favorecidas na análise quantitativa do relevo do sotavento pela continuidade destas rechãs para da área de estudo, e ainda noutras áreas a Este, cuja relação com as superfícies da área de estudo é desconhecida.

Algumas das classes cuja frequência relativa é mais elevada identificadas nos histogramas de frequências relativas longitudinais não correspondem, por vezes, à superfície de aplanamento de referência, mas sim a um intervalo de 20 ou 30 metros. Esta situação poderá estar relacionada, por exemplo, com o basculamento das superfícies ou pela degradação destas por processos erosivos.

As principais variações nas frequências relativas repercutem-se na curva hipsométrica da área de estudo, onde a sua evolução representa uma síntese dos principais aspetos do relevo do sotavento algarvio. Esta síntese resulta no exagero de alguns dos valores descritos com base na curva hipsométrica do relevo regional.

Os diagramas de frequências relativas de altitude dos perfis topográficos paralelos revelam heterogeneidade na distribuição espacial das classes hipsométricas, onde as cristas de conjuntos de classes com valores mais elevados são intercalados por classes onde as frequências relativas são muito reduzidas (Figura 4). Algumas das classes mais representativas no histograma dos perfis analisados correspondem aos 240-260 m, com uma tendência de subida que pode ser acompanhada até aos 290-310 m. Para além destes conjuntos de valores elevados, podem-se identificar frequências relativas elevadas nos 120-140 e 100-120 nas áreas mais a sul e acima dos 450 m nas áreas mais a norte.

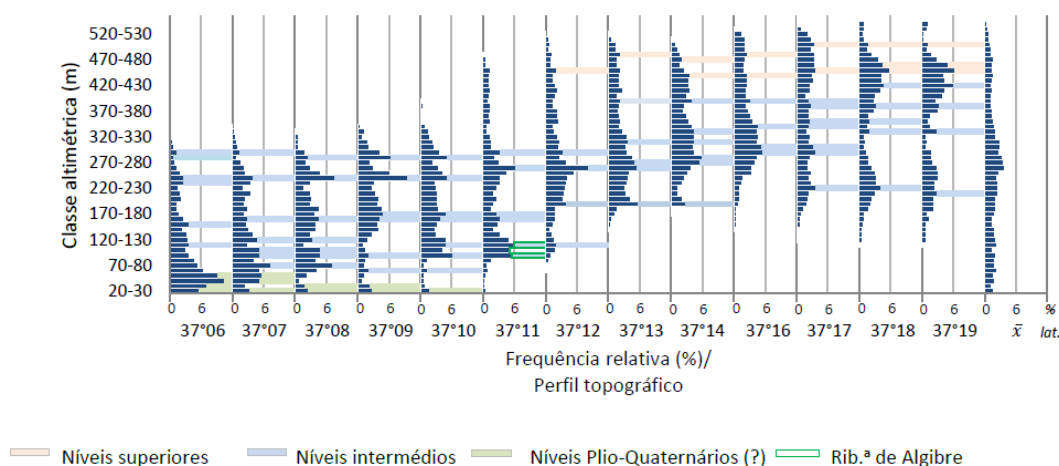


Figura 4 – Histograma de frequências relativas de latitude de perfis topográficos meridianos no sotavento algarvio com marcação das classes cujos máximos se apresentam relacionados ou não entre si (informação de base das *Cartas Militares de Portugal*).

## 4.2. Análise dos perfis topográficos

Como complemento aos histogramas, elaboram-se perfis topográficos representativos do relevo, com um exagero vertical de 4x e uma direção N-S. A observação destes perfis topográficos permite estabelecer a continuidade entre os topos e níveis existentes no relevo desta área do sotavento, descendo gradualmente em direção ao litoral. Após a descida do setor mais elevado da Serra do Caldeirão (terrenos talhados no Maciço Hespérico), as superfícies parecem estar inclinadas para sul e, por vezes, com as altitudes convergentes. Esta situação será reflexo de uma subida gradual em direção à serra, como é possível verificar na Figura 5, e sugere a continuidade lateral dos níveis de aplanamento existentes nos três meridianos.

## 5. Discussão

### 5.1. Génese e degradação das superfícies de aplanamento

As “Superfícies do Caldeirão” (a aproximadamente 350 m e 500 m de altitude), em virtude da sua altitude elevada e da proximidade ao mar, juntamente com as características litológicas e hidrogeológicas desta unidade geomorfológica, encontram-se bastante degradadas pela incisão fluvial no Maciço Hespérico, enquanto o seu prolongamento na orla meso-cenozóica permite reconstituir uma peneplanície (Feio, 1952; Díaz del Olmo (1986) *cit.* Ângelo *et al.* (2001); Guerreiro, 2015). Os perfis Eira de Agosto e São Brás de Alportel refletem as plataformas subhorizontais acima dos 500 m, cuja descida é feita através de escarpas de falha (de maior rejeito na primeira) (Feio, 1952).

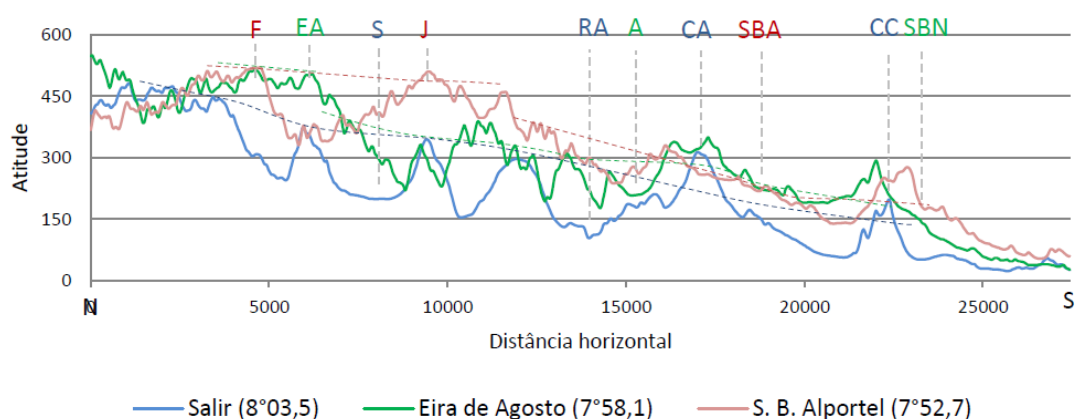


Figura 5 – Perfis topográficos representativos do Algarve Central nos meridianos 8°03,5', 7°, 58,1' e 7°52,7' (exagero vertical 4x). Legenda: A – Amendoeira; CA – Cerro de Alfeição; CC – Cabeço de Câmara; EA – Eira de Agosto; F – Feiteira; J – Javali; RA – Ribeira de Algibre; S – Salir; SBA – São Brás de Alportel; SBN – Santa Bárbara de Nexe (*informação de base das Cartas Militares de Portugal*).

O alinhamento de relevos a sul e oeste de Campina de Galegos ultrapassa os 350 m, estabelecendo continuidade com o bloco abatido da Serra do Caldeirão, sugerindo assim a continuidade desta superfície como proposto por Feio (1952), Crispim (1982), Guerreiro (2015) e Guerreiro *et al.* (2016).

A área do Barrocal tem a particularidade de os terrenos calcários favorecerem a preservação de superfícies aplanadas em posições geomorfológicas elevadas, devido à imunidade cársica que apresentam, uma vez que ao promover a drenagem subterrânea, os efeitos da erosão mecânica decorrente do escoamento superficial são reduzidos (Ford e Williams, 2007). Esta apresenta assim algumas superfícies aplanadas relativamente bem conservadas, por vezes de pequenas dimensões e em posições elevadas.

As superfícies aplanadas entre as cotas 200 e 260 m são relativamente comuns e extensas no Algarve Central, sendo de maior relevância as existentes na área de São Brás de Alportel (240 a 260 m), que se prolonga no sentido E-W, e a superfície existente na área de Loulé (200-220 m), inclinada para sul. A sul de São Brás de Alportel encontra-se esboçada uma vasta superfície degradada por processos fluvio-cársicos a aproximadamente 30 a 50 m abaixo desta, o que, aliado aos limites bem definidos entre as duas superfícies e à proximidade de falhas importantes (falhas de Carcavai e de Machados) (Manuppella *et al.*, 2007; Ressurreição *et al.*, 2011; Terrinha *et al.*, 2013), sugere a fragmentação da Superfície Intermédia por processos de neotectónica. Assim, em virtude da sua relevância na geomorfologia do Barrocal algarvio do sotavento e da sua unidade genética provável, esta superfície recebeu a designação de “Superfície Intermédia” em Guerreiro (2015) e Guerreiro *et al.* (2016).

Na área de Amendoeira, no flanco norte da flexura da Algibre, encontra-se também uma superfície degradada desenvolvida a partir dos 230 m e, à semelhança da superfície de Campina de Galegos-Almargens, prolonga-se através de uma pequena franja em materiais paleozóicos e nos Arenitos de Silves, onde já atinge cotas até 270 m. Assume-se aqui a importância de processos cárscicos, formando uma superfície cárstica ou um polje de bordadura cárstica, que estaria relacionado com um nível de base elevado durante o período de estabilidade associado ao nível intermédio (Guerreiro, 2015).

A superfície de Campina de Galegos-Almargens encontra-se particularmente desenvolvida em calcários oxfordianos-kimeridgianos (também carsificáveis), prolongando-se uma pequena banda em terrenos de margas aalenianas-bajocianas, de Arenitos de Silves (s. l.), do Complexo Vulcano-sedimentar (CVS) e da Formação de Mira. Atualmente degradada por processos cárscicos nas litologias carbonatadas (campo de dolinas de Campina de Galegos e lapiás em Almargens) e por processos fluviais (associados às rib.<sup>as</sup> das Mercês e de Alportel), esta foi interpretada como uma superfície cárstica associada a um polje de bordadura cárstica, justificando assim a existência de uma única superfície aplanada de grandes dimensões a estas cotas, onde os processos fluviais contribuíram também para o arrasamento de formações não carbonatadas (Guerreiro, 2015; Guerreiro *et al.*, 2016).

Para além destes níveis de aplanamento, foram ainda identificados superfícies aplanadas ao longo das margens das rib.<sup>as</sup> de Algibre, Alportel e Rio Seco (Guerreiro, 2015; Guerreiro *et al.*, 2016). Foram identificados até quatro níveis existentes apenas nos vales das ribeiras, apesar de nem todos apresentarem depósitos fluviais. Os mais complexos estão localizados nas margens do rio Seco que, para além de se encontrarem organizados por diferentes níveis, apresentam-se também intercalados com tufos calcários ou paleossolos, incluindo calcretos.

## 5.2. Aplanamentos dominantes no Algarve Central

Tal como foi referido por Pereira (1991), não é possível considerar que as áreas equidistantes da costa tenham evoluído sob as mesmas condições morfogenéticas quando se localizam em compartimentos tectónicos distintos. Esta condição segmentada do relevo e a ausência de trabalhos na área de estudo condicionam a atribuição de idades aos diferentes níveis identificados, bem como o estabelecimento da sua própria continuidade e relações entre si.

Através da observação da morfografia do Algarve Central, é possível reconhecer vários níveis de aplanamento, como já havia sido referido por Medeiros-Govêa (1938), Feio (1952) e Crispim (1982). A Figura 6 apresenta os níveis identificados e tomados em consideração neste trabalho e a Figura 7 compara-os com os níveis referidos nos trabalhos anteriores.

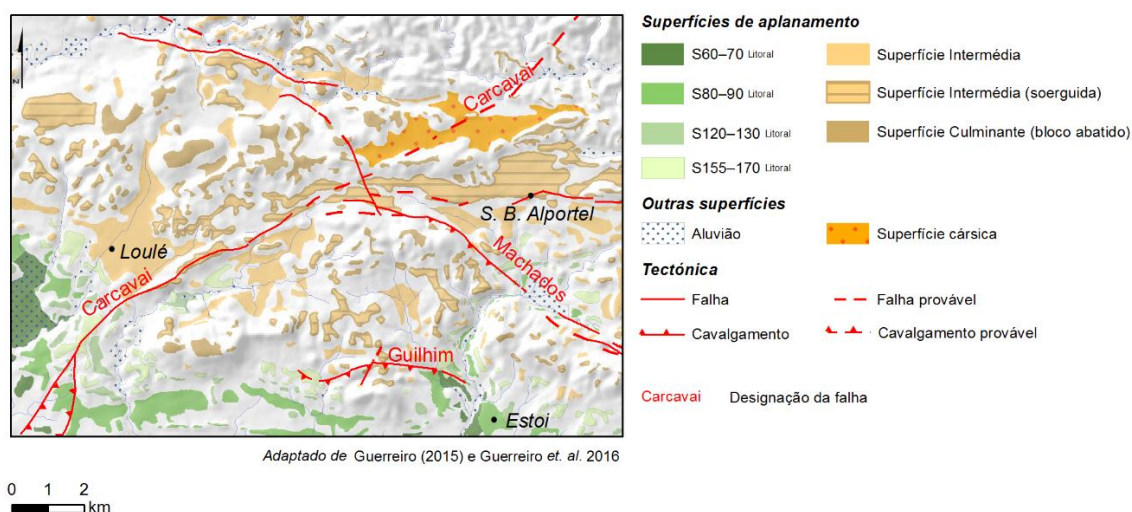


Figura 6 – Representação esquemática das superfícies de aplanamento identificadas e tectónica na área de estudo (adaptado de Guerreiro (2015) e Guerreiro *et al.* (2016).

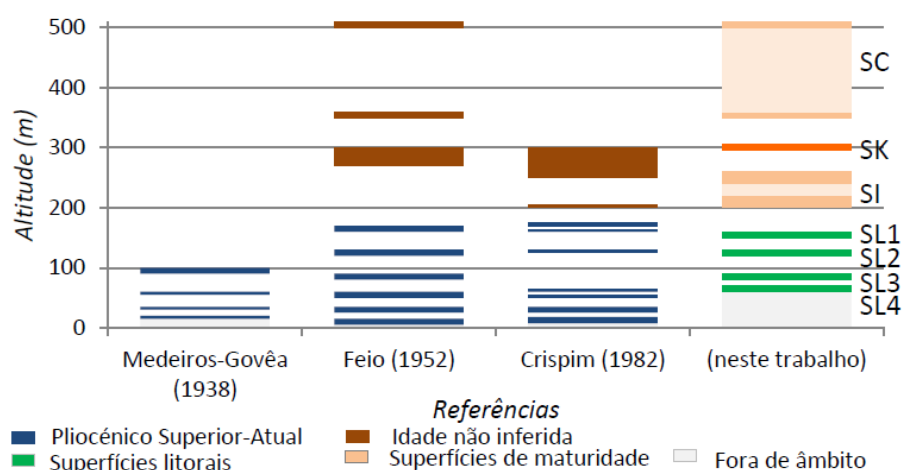


Figura 7 – Síntese dos níveis aplanados identificados em trabalhos anteriores relacionados com o sotavento algarvio e os níveis identificados neste trabalho (Legenda: SC – Superfície do Caldeirão; SK – Superfície Cársica; SI – Superfície Intermédia; SL1 – S150-165Litoral; SL2 – S120-130Litoral; SL3 – S80-90Litoral; SL4 – S60-70 Litoral).

Os níveis culminantes mais elevados do sotavento algarvio, aqui designados como Superfície do Caldeirão, encontram-se a aproximadamente 500 m de altitude que, a sul das falhas de Alportel e Eira de Agosto se encontra a cerca de 350 m (Superfície do Caldeirão<sup>-1</sup>), tendo assim um rejeito de aproximadamente 150 m (Feio, 1952 e 2004).

Esta superfície é seguida pela Superfície Intermédia, que se encontra dividida em dois blocos, com maior expressão em Loulé, São Brás de Alportel e a sul desta localidade, assumindo-se que os aplanamentos existentes na área de Amendoeira possam estar relacionados com o mesmo

período de estabilidade (Guerreiro, 2015). Podem-se ainda encontrar superfícies aplanadas em áreas próximas da área de estudo contudo, não foi possível estabelecer relação entre elas.

Foram também identificados níveis de menor expressão e/ou mais degradados, correspondentes aos níveis aplanados já referidos na literatura anterior: S120-130<sub>Litoral</sub> e S150-165<sub>Litoral</sub> (Feio, 1952; Crispim, 1982). Neste trabalho, optou-se por atribuir a referência espacial “Litoral” a estas superfícies, devido à extensão destes níveis ao longo do primeiro alinhamento de relevos da orla algarvia sob a forma de uma franja. Estas rechãs prolongam-se, por vezes para o interior a cotas ligeiramente mais baixas, como por exemplo nas áreas rio Seco e a sul de Loulé.

Abaixo dos 100 m, na área de estudo encontram-se extensos níveis aplanados entre os 80 e os 95 m, por vezes acima desta cota, e aos 60 a 70 m. A S80-90<sub>Litoral</sub> sobe gradualmente ao longo do vale a rib.<sup>a</sup> de Carcavai e ultrapassa 110 m na Zona Industrial de Loulé, identificando-se também no vale do rio Seco.

Foram identificados também outros níveis de aplanamento junto do litoral que se localizam abaixo dos 80 m e foram anteriormente referidos noutros trabalhos, contudo estes não se encontram bem definidos na área de estudo.

Por fim, refira-se a superfície de Campina de Galegos-Almargens que, com uma evolução independente do relevo regional, está desenvolvida a aproximadamente 300 m e parece corresponder a uma superfície cársica ou a um polje de bordadura cársica.

## 6. Conclusão

Reconhecendo-se uma grande quantidade de níveis de aplanamento – seis –, não lhes foi possível atribuir a origem genética que, para além do âmbito distinto do objetivo deste trabalho, não foram encontrados depósitos que testemunhem o seu agente modelador. Ainda assim, foi possível relacionar superfícies atualmente individualizadas ao mesmo período de formação, como é o caso da Superfície do Caldeirão e da Superfície Intermédia. Para além destas, conhecem-se quatro superfícies com maior expressão no primeiro alinhamento de relevos desconhecendo-se, contudo, a sua génese e relação entre si.

A evolução da superfície cársica de Campina de Galegos-Almargem foi considerada como local e independente das condições regionais, representando uma superfície relativamente bem conservada e não basculada. Os processos de dissolução cársica terão tido igualmente um papel importante na formação das superfícies existentes na área de Amendoeira, num período anterior à descida do nível de freático relacionado com a captura e aprofundamento da rib.<sup>a</sup> das Mercês, período em que deveria funcionar como um polje de bordadura cársica (Guerreiro, 2015).

Relativamente à metodologia utilizada, o recurso aos Sistemas de Informação Geográfica revelou-se definitivamente como uma mais-valia no apoio à identificação de superfícies aplanadas. Para além das vantagens atribuídas aos SIG pela disponibilidade de informação da superfície terrestre e pela sua facilidade da sua reprodução (Griffiths *et al.*, 2011; Guerreiro, 2015), a metodologia aqui aplicada na identificação, processamento e recolha de informação relativa às superfícies de aplanamento revelou-se bastante eficaz. A identificação das cotas e localização das principais superfícies de aplanamento é um processo relativamente rápido e simples, que poderá servir de base para o tratamento preliminar a aplicar em trabalhos de geomorfologia ou no tratamento de áreas de grande extensão.

Por outro lado, os perfis paralelos, de orientação E-W, acompanham estrutura geral do relevo e refletem as rechãs alongadas com a mesma direção, que o permite uma auscultação mais eficaz de pequenas nuances. A análise do terreno em estereoscopia foi aquele que permitiu obter melhores resultados sendo, no entanto, este um processo bastante moroso.

## 7. Bibliografia

- Ângelo, C.; Bettencourt, P.; Fernández-Palacios, A.; Ojeda, J. (2001). *Mapa fisiográfico del litoral atlántico Algarve-Andaluzia (memoria). Carta fisiográfica do litoral atlântico Algarve-Andaluzia 1/50.000 (nota explicativa)*. Junta de Andalucía. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território de Portugal.
- Atlas do Ambiente (1982). *Carta Litológica de Portugal 1:1 000 000*. [Online] Disponível em: <http://sniamb.apambiente.pt>.
- Carvalho, J.; Matias, H.; Tabeh, T.; Menezes, P. T. L.; Barbosa, V. C. F.; Dias, R.; Carrilho, F. (2012). Connecting onshore structures in the Algarve with the southern Portuguese continental margin: The Carcavai fault zone. *Tectonophysics*, 570-571, 151-162.
- Cooley, S. W. (2015). Terrace extraction I. *GIS4Geomorphology*. [Online] Disponível em: <http://www.gis4geomorphology.com>. [Acedido em 10 de Julho de 2016].
- Crispim A., J. A. (1982). *Morfologia Cársica do Algarve*. Estágio Científico da Licenciatura em Geologia. Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Dias, R. P. (2001). Neotectónica da Região do Algarve. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa: Faculdade de Ciências. 369 p.
- Feio, M. (1952). *A Evolução do Relevo do Baixo Alentejo e Algarve*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- Feio, M. (2004). Capítulo II – O Baixo Alentejo e as serras envolventes. In M. Feio e S. Daveau (Eds.), *O Relevo de Portugal – Grandes Unidades Regionais II*. Coimbra: Associação Portuguesa de Geomorfólogos.



- Ford, D; Williams, P. (2007). *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. Reino Unido: John Wiley & Sons, Inc.
- Guerreiro, P. (2015). *Tufos Calcários no Algarve Central. Geomorfologia, Sedimentologia e Paleoambientes*. Tese de Doutoramento. Coimbra: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- Guerreiro, P.; Cunha, L.; Ribeiro, C. (2016). Central Algarve karst system tufa-related dynamics, Portugal. *Journal of Maps*. [Online] Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445647.2016.1167784>. [Acedido em 11 de Abril de 2016].
- Griffiths, J. S.; Smith, M. J.; Paron, P. (2011). Introduction to applied geomorphological mapping. *Developments in Earth Science Processes*, 15, 3-11.
- Instituto Geográfico do Exército. *Cartas Militares de Portugal à escala 1:25 000 Nº 597, 598, 606, 607*.
- Manuppella, G. (1992). Notícia explicativa. In G. Manuppella (Ed.), *Carta Geológica da Região do Algarve 1:100 000*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.
- Manuppella, G.; Ramalho, M.; Antunes, M. T.; Pais, J. (2007) – *Carta Geológica de Portugal 1:50 000. Notícia explicativa 53-A. Faro*. Lisboa: Departamento de Geologia do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.
- Medeiros-Gouvêa, A. de (1938). *Algarve (aspectos fisiográficos)*. Tese de Doutoramento em Ciências Geográficas). Coimbra: Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- Pereira, A. Ramos (1991). *A geomorfologia da margem continental portuguesa: conhecimento actual e linhas de pesquisa*. Prova complementar de Doutoramento em Geografia Física. Lisboa: Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- Ressurreição, R.; Cabra, J.; Dias, R. P.; Carvalho, J.; Pinto, C. (2011). Neotectonic activity on the Carcavai fault zone (Algarve, Portugal). *Comunicações Geológicas*, 98, 5-14.
- Rowberry, M.; Brewer, P.; Macklin, M. (2007). The number, forma and origin of sub-horizontal surfaces of north Ceredigion, Wales U.K.. *Norwegian Journal of Geology*, 87, 207-222.
- Terrinha, P.; Rocha, R.; Rey, J.; Cachão, M.; Moura, D.; Roque, C.; Martins, L.; Valadares, V.; Cabral, J.; Azevedo, M. R.; Barbero, L.; Clavijo, E.; Dias, R. P.; Marias, H.; Madeira, J.; Silva, C. M.; Munhá, J.; Rebelo, L.; Ribeiro, C.; Vicente, J.; Noiva, J.; Youbi, N.; Bensalah (2013). A Bacia do Algarve: estratigrafia, paleogeografia e tectónica”. In R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha e J. C. Kullberg (Eds.), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria. Vol. 2. Geologia Meso-Cenozóica de Portugal*. Portugal: Escolar Editora.

## CRISE HÍDRICA E PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO RIO GRANDE DO NORTE\BRASIL

A .Troleis<sup>(a)</sup>, B. Silva<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento de Geografia/Centro de Ciências Humanas Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte

adrianotroleis@gmail.com

<sup>(b)</sup>Rede Básica de Ensino do Estado do Rio Grande do Norte

blsilva1986@bol.com.br

### Resumo

O presente artigo objetiva discutir como a crise hídrica dos últimos anos tem influenciado o processo produtivo de determinadas culturas temporárias no estado do Rio Grande do Norte (RN), apesar das ações governamentais de implementação de políticas públicas de combate à seca. Para tanto, foram utilizadas as seguintes estratégias metodológicas: pesquisa bibliográfica e documental de dados secundários, aquisição de arquivos digitais junto ao Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Departamento Nacional de Obras Contra a Seca-DNOCS, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-EMPARN, e Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do RN-SEMARH, que possibilitaram a geração de alguns produtos gráficos e cartográficos. Assim, a seca e a implementação de políticas públicas voltadas para um melhor aproveitamento técnico dos recursos hídricos, revelam um cenário de grandes desafios, sobretudo, ao pequeno agricultor que vive no semiárido.

**Palavras chave:** Crise hídrica, processo produtivo, culturas temporárias, políticas públicas e reestruturação produtiva

### 1. A seca no Rio Grande do Norte: aspectos naturais e sociais

Discutir a seca em uma perspectiva dual, englobando aspectos naturais e sociais, exige uma complexa reflexão sobre um fenômeno que tem afetado milhares de pessoas que vivem no semiárido Brasileiro. Segundo Carvalho (2012), a seca enquanto um fenômeno natural pode ser entendida de três formas: a seca meteorológica; a seca hidrológica; e a seca agrícola. A seca meteorológica diz respeito a precipitação abaixo do normal, juntamente com a elevação das médias térmicas. Este tipo de seca acaba de certa forma, proporcionando a redução das vazões dos rios e dos níveis dos reservatórios, configurando assim, a seca hidrológica. Com a redução dos níveis de água nos reservatórios, todas aquelas culturas que dependem desse recurso acabam passando por dificuldades, que afetam tanto a redução da produção por hectare plantado quanto as perdas de produção. Esse processo, é caracterizando como sendo a seca agrícola.

Os diferentes tipos de seca relacionados dão origem a um quadro de escassez que pode comprometer as condições de sobrevivência, tanto para atender as demandas básicas, quanto econômicas. Cabe destacar, que apesar da grande relevância que o tema tem adquirido nos últimos

tempos, do ponto de vista acadêmico, político e midiático, a seca é um fenômeno que já vem afetando a humanidade há muitosséculos.

Segundo os registros do DNOCS (2015), as secas mais severas na região Nordeste e no Rio Grande do Norte (RN), aconteceram nos anos de 1877, 1879, 1915, 1932, 1958, 1970 e a de 1979 a 1983. Esses anos de estiagem castigaram as populações que viviam principalmente na área de abrangência do semiárido, o chamado polígono das secas, onde os baixos índices pluviométricos somados a outros aspectos físicos e sociais, criaram um cenário de grandes dificuldades na vida das pessoas que habitavam tais localidades (Carvalho, 2012).

Geograficamente, essa área conhecida como polígono das secas foi estabelecida pela Lei nº 7.827, de 27-09-89, abrangendo uma área de 895.254,40 km<sup>2</sup>, composta por 1.384 municípios, dos quais, 161 são do RN. Vale salientar, que essa área extrapola os limites territoriais do Nordeste, abrangendo também municípios do Norte de Minas Gerais (Soares, 2013; Ministério da Integração Nacional, 2005). Em relação aos aspectos físicos, o fenômeno da seca, apresenta algumas particularidades no que diz respeito as questões climática, geológica e hidrográfica.

Segundo Bezerra (2002), com relação a dinâmica climática, destacam-se nesse cenário duas variáveis: precipitação e temperatura. A precipitação é um dos indicadores utilizados para definição do polígono das secas, e do semiárido do Nordeste Brasileiro. No polígono das secas boa parte dos municípios apresenta precipitação média inferior a 800 mm anuais, critério utilizado para caracterização da semiaridez. Já a temperatura tem como característica peculiar a apresentação de valores médios elevados, variando entre 23 e 27°C (Soares, 2013). Um reflexo dessa variável são as altas taxas de evaporação apresentadas pelos municípios localizados no polígono das secas.

Além dessas questões, a semiaridez encontra-se consubstanciada no polígono das secas por meio das condições geológicas, as quais exercem influência direta sobre a ocorrência das secas. Uma de suas características é a predominância de estruturas cristalinas, com rochas pouco permeáveis e com poucos interstícios para o acúmulo e armazenamento de água (Bezerra, 2002). Esse tipo de composição geológica, afeta também o processo de formação e estruturação dos solos. De uma forma geral, os solos do semiárido brasileiro, apresentam como características, o excesso de salinidade, a pouca profundidade, bem como, a reduzida quantidade de matéria orgânica em suas camadas superiores, o que influencia diretamente na queda da fertilidade natural e na dinâmica de plantio de algumas culturas (Bezerra, 2002).

Do ponto de vista hidrográfico, os rios do RN em sua maior parte são de caráter intermitente, ou seja, perdem completamente o seu volume de água em determinado período do ano (Campos, 2002). Dessa forma, nos anos de secas severas, a perda desses volumes de água acontece de forma mais rápida, uma vez que, o índice pluviométrico é pequeno e irregularmente distribuído e a taxa

de evaporação é elevada, fazendo com que milhares de pessoas passem boa parte do ano praticamente sem água. Nesse sentido, torna-se fundamental identificar quais as redes de relações sociais são realmente afetadas pelo fenômeno das secas no RN. Para isso é preciso definir os grupos e os atores envolvidos nesse campo relacional. Do ponto de vista dialético, destacam-se nesse cenário dois grupos com condições estruturais diferentes: os pequenos produtores rurais; e os grandes latifundiários de origem oligárquica (Soares, 2013; Travassos, Souza e Silva, 2013; Malavezzi, 2007).

Com relação aos pequenos produtores, além de não possuírem condições financeiras suficientes para enfrentar os efeitos adversos da seca, poucos são assistidos pelo poder público quanto a destinação de recursos financeiros e de assistência técnica. Destaca-se que a maioria das pequenas e médias propriedades destinadas a produção agrícola temporária no RN apresentam na sua estrutura produtiva baixa densidade técnica, com sistemas de irrigação rudimentares, ausência de correção do solo, falta de aplicação de um sistema de rotatividade do plantio, assim como, pequeno uso da mecanização tanto no plantio, quanto na colheita. O fato de estarem nessa condição, os torna mais vulneráveis aos impactos da estiagem, sendo comum em algumas situações a reivindicação do direito de uso da água de outras propriedades, para se evitar a perda total da área plantada e também saciar a sede de seus animais (Malavezzi, 2007).

Por outro lado, o grupo formado pelos grandes latifundiários de origem oligárquica, são os principais beneficiados com os recursos concedidos pelo governo para minimizar os impactos da seca, através da concessão de uso de crédito agrícola para compra de insumos e maquinários a serem pagos a longos prazos e com baixos juros. Além de possuírem forte poder econômico, esses grupos apresentam também, um significativo poder político, que é legitimado a partir do controle da terra e da água, o que de certa forma acaba sendo um reflexo da estrutura agrária do Nordeste Brasileiro, calcada no latifúndio, no coronelismo e nas articulações políticas com as esferas governamentais (Travassos, Souza e Silva, 2013).

A partir da existência dessa rede de relações sociais dicotômica, construída historicamente, a seca passou a afetar com maior intensidade os pequenos produtores rurais. Devido a essa situação, muitos desses produtores acabam tomando a decisão de migrar para as grandes cidades em busca de melhores condições de sobrevivência, uma vez que, suas plantações e seus rebanhos foram dizimados por conta dos longos processos de estiagem (Souza, 1976).

Vale lembrar, que uma série de ações de caráter político e institucional foram desenvolvidas no último século no Brasil, com o objetivo de minimizar os efeitos da seca no Nordeste Brasileiro. Tais aspectos são discutidos a seguir.

## 2. Políticas públicas de combate a seca

A partir do início do século XX, tanto o governo federal quanto os governos estaduais que possuem parte de seus territórios dentro do “Semiárido Brasileiro”, criaram Agências de Desenvolvimento e Planejamento Regional, com o objetivo de minimizar os efeitos da seca. Destacam-se algumas agências administradas pelo governo federal tais como: a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), criada em 1909; o Instituto Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), criado em 1919; o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), criado em 1945 e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), criada em 1959 (Travassos, Souza e Silva, 2013). Já as agências mais importantes criadas pelo governo do RN são: a EMPARN, a EMATER-RN e o Instituto de Gestão das Águas do RN – IGARN.

O resultado da atuação dessas agências de desenvolvimento e órgãos institucionais se deu através da criação de uma série de políticas públicas setorizadas, de combate a seca, sendo que, muitas delas continuam sendo implementadas até hoje e se materializaram através da construção de grandes açudes e cisternas rurais; da perfuração de poços; da implantação de barragens subterrâneas; da dessalinização e aproveitamento de água salobra; e do transporte de água a grande distâncias, por meio de adutoras e de canais (Montenegro e Montenegro, 2012).

Segundo Malvezzi (2007), desde a criação do DNOCS já foram construídos aproximadamente 70 mil açudes distribuídos pela área do Semiárido Brasileiro. No Rio Grande do Norte as ações desenvolvidas pelo órgão resultaram na construção de 53 açudes, sem considerar os reservatórios que tiveram intervenção do governo do estado. Destes 53 reservatórios construídos pelo governo federal destacam-se 12, cuja água serve para o desenvolvimento de uma série de atividades humanas, tanto no município onde estão localizados, quanto nos municípios de sua área de influência. O quadro 1 apresenta algumas características dos principais açudes do Rio Grande do Norte construídos pelo DNOCS no Século XX.

Duas características que diferenciam um reservatório de outro são a capacidade de armazenamento e o tipo de uso que se faz do recurso hídrico. No RN, os reservatórios variam de 120 m<sup>3</sup>, como é o caso do açude do Saco, localizado na Bacia do Rio Apodi/Mossoró, até 2.400.000m<sup>3</sup>, como é o caso da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada na Bacia Piranhas/Açu. Os principais usos estão relacionados ao abastecimento humano e uso agrícola, porém alguns desses reservatórios também foram construídos com a finalidade de conter enchentes que afetavam determinados municípios, tais como Açu e Ipanguaçu. Segundo o censo do IBGE (2010), juntos os 12 reservatórios atendem diretamente a demanda de uma população estimada de 545 mil pessoas, distribuídas em 10 municípios.

Quadro 1: Principais açudes do Rio Grande do Norte construídos pelo Departamento Nacional de Obras de Combate as Secas.

Reservatório	Nome do município	Capacidade (m³)	Ano de Construção	Bacia Hidrográfica	População estimada em 2015 (IBGE)	Tipos de usos da água dos reservatórios
Açude Gargalheiras	Acarí	44.421	1959	Piranhas/Açu	11.314	Abastecimento humano e irrigação
Açude Poço Branco	Poço Branco	135.160	1970	Ceará Mirim	15.139	Abastecimento humano, irrigação e contenção de enchentes
Açude Mendobim	Açu	76.349	1972	Piranhas/Açu	57.292	Abastecimento humano, irrigação e contenção de enchentes
Açude Sabugi	São João do Sabugi	65.335	1965	Piranhas/Açu	6.218	Abastecimento humano
Açude Itans	Caicó	81.750	1953	Piranhas/Açu	67.259	Abastecimento humano
Açude Pau dos Ferros	Pau dos Ferros	54.846	1982	Apodi/Mossoró	29.954	Abastecimento humano
Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	Açu	2.400.000	1983	Piranhas/Açu	57.292	Irrigação e Abastecimento humano
Açude Santa Cruz I	Santa Cruz	776	1914	Trairi	38.929	Abastecimento humano e irrigação
Açude Santa Cruz Inharé	Santa Cruz	5.159	1959	Trairi	38.929	Abastecimento humano
Açude Trairi	Tangará	35.330	1949	Trairi	15.529	Abastecimento humano
Açude Pataxó	Ipanguaçu	15.017	1954	Piranhas/Açu	15.147	Contenção de enchentes e irrigação
Açude do Saco	Mossoró	120	1916	Apodi/Mossoró	288.162	Abastecimento humano e irrigação

Fontes: Elaborado por Troleis e Silva (2015), com base nos dados do Departamento Nacional de Obras de Combate as Secas (DNOCS, 2015), Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2015), e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)–Banco de dados: cidades do Rio Grande do Norte (2015).

Vale ressaltar, que com a intensificação do período de estiagem iniciado no ano de 2012, esses reservatórios tiveram perdas significativas em seus volumes de água, chegando em 2015 a níveis

críticos. Nesse sentido, com base nas medições realizadas pela Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2015), entre os meses de Junho e Outubro de 2015, constatou-se que dos reservatórios analisados, apenas o açude Pataxós, localizado no município de Ipanguaçu, apresentou volume atual superior a 60%, os demais encontravam-se com volumes que variavam de 0,05% até 23,73% de sua capacidade, o que representa nível crítico de reservação, como pode ser visto na figura 1.

Em termos hidrográficos, esses reservatórios contribuem para a perenização de determinados trechos da drenagem fluvial e embora tenham a finalidade de minimizar os efeitos da seca, há de se destacar que o uso excessivo dos recursos hídricos aliado a períodos de pouca pluviosidade e elevadas taxas de evaporação tem minimizado a eficácia desse tipo de construção.

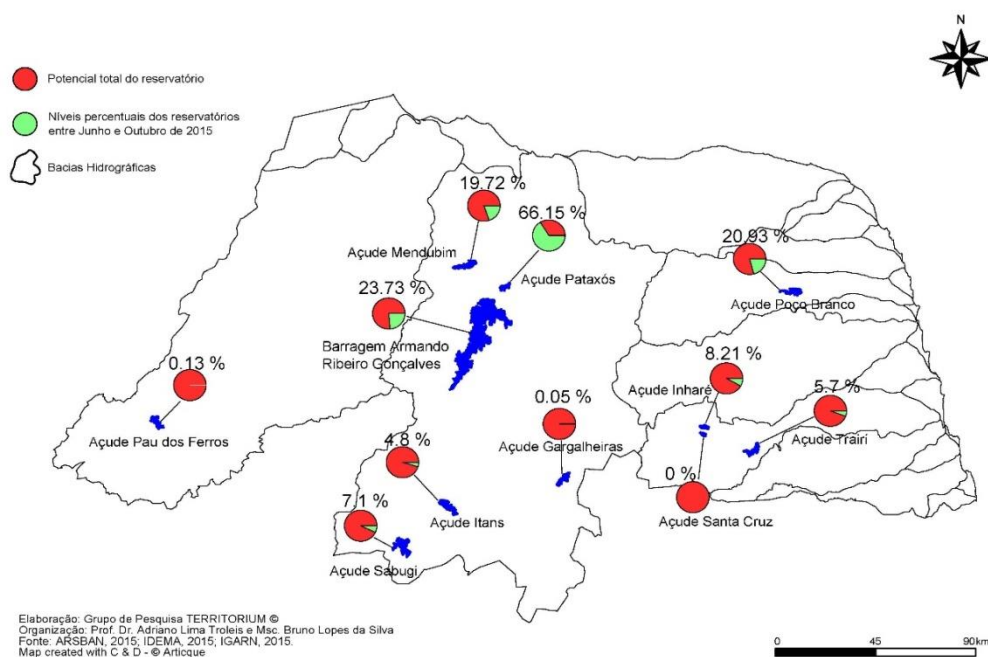


Figura 1: Níveis dos reservatórios do Rio Grande do Norte (2015) Fonte: SEMARH (2015)

Em função das fragilidades apresentadas pelos reservatórios, diferentes estratégias passaram a ser utilizadas para captação e armazenamento de água, dentre elas a perfuração de poços. Porém, essa técnica apresenta alguns empecilhos de natureza geológica no Nordeste Brasileiro, uma vez que, boa parte das terras dessa região são compostas por estruturas de escudos cristalinos, que apresentam um potencial de vazão limitado, com valores na maioria das vezes inferiores a 2 m<sup>3</sup>/h, e alta concentração de sais minerais, liberados pelas estruturas cristalinas (Montenegro e Montenegro, 2012). Outro problema são as altas concentrações de sais no solo, que obrigam a realização de manutenções periódicas nos equipamentos para se manter os poços em pleno funcionamento. Em estudo realizado por Melo, Pereira, Silva *et al* (2013 p. 1) foi constatado natubulação de alguns poços do RN a presença de incrustações por óxido de ferro e corrosão.

Outra estratégia adotada foi a construção de cisternas, em zonas rurais. A justificativa para utilização das cisternas se dá pelo fato delas serem cobertas, e caracterizarem-se por uma baixa perda de água por evaporação. Entre 2012 e 2013, foram construídas mais de 60.000 cisternas no semiárido brasileiro, atendendo a um total de 99 municípios. Desse total de cisternas construídas, 6.671 foram implantadas no Rio Grande do Norte, atendendo a 24.352 pessoas, nos municípios de Apodi, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, Boa Saúde, Jardim do Seridó, João Câmara, Macaíba, Parelhas, Serra de São Bento, Sítio Novo, e Upanema (Gomes, 2014). Vale destacar, que para períodos prolongados de seca, a cisterna por si só talvez não garanta plenamente o suprimento de água de uma determinada família, exigindo assim, a utilização de outras estruturas de captação e armazenamento (Soares, 2013). Partindo desse pressuposto, em uma mesma propriedade rural, podem ser feitos usos conjugados de diferentes estruturas de captação e armazenamento de água, podendo existir além de uma cisterna, uma barragem subterrânea. As barragens subterrâneas tem sido implementadas em todo o Nordeste e retém parcialmente o fluxo de água de rios, e por isso, são sempre construídas em vales aluviais (Montenegro e Montenegro, 2012).

Quando não é possível a implantação de barragens subterrâneas, cisternas, poços e açudes, outras ações de custo mais elevado tem sido adotadas, como por exemplo, a dessalinização e o transporte de águas a grandes distâncias, por meio de adutoras e de canais, e também através de caminhões pipa. Em relação ao processo de dessalinização, o elevado custo de manutenção do equipamento, o baixo volume de água produzido e a geração de rejeitos poluidores no meio ambiente, têm dificultado sua utilização em larga escala (Montenegro e Montenegro, 2012).

Segundo Araújo, Fonseca, Vale *et al* (2005), no estado do Rio Grande do Norte, os dessalinizadores tem sido instalados predominantemente em comunidades rurais, acima de 40 famílias, onde o único tipo de água disponível é a subterrânea salobra. Em muitas situações opta-se pelo transporte de água a grandes distâncias, através de adutoras, ao invés do uso do dessalinizador. Na região Nordeste destacam-se três grandes sistemas de adutoras: o Canal da integração no Ceará, a adutora do Pajeú, em Pernambuco, e a rede de adutoras do Rio grande do Norte (Montenegro e Montenegro, 2012). Segundo a SEMARH (2015), no território norterio-grandense, as adutoras possuem um total de 1208 km de extensão, sendo responsáveis por levar água de barragens, lagoas e açudes para regiões afetadas pela escassez dos recursos hídricos, ou que não possuem outra alternativa de captação e armazenamento.

Assim, as estratégias técnicas de minimização dos efeitos da seca no Nordeste citadas devem ser pensadas de forma articulada e sistêmica, e o uso dos recursos hídricos deve ser feito com racionalidade e responsabilidade. Além disso, as políticas de intervenção devem considerar a seca enquanto um processo estrutural, no qual coexistem elementos naturais e sociais que interferem diretamente nessa temática. Assim, os objetos técnicos instalados chamados de (cisternas, poços,



açudes, barragens dentre outros) potencializam novas formas de usos dos recursos hídricos no território, e sua utilização organiza e normatiza as atividades produtivas, o que reflete na redefinição das relações sociais. De todo modo, tais ações não impedem que haja um processo dicotômico na produtividade agrícola do RN, o que potencializa grandes desigualdades, das quais serão exploradas a seguir.

### **3. O contexto agrícola no Rio Grande do Norte**

O estado do Rio Grande do Norte até meados da década de 1980, utilizava em suas áreas produtivas tanto no cultivo de produtos permanentes, quanto temporários, técnicas rudimentares, o que lhe conferia baixos níveis de produtividade. As perdas decorrentes da baixa densidade técnica de produção, associadas a períodos de seca representavam enormes prejuízos ao estado. Nas duas últimas décadas, a atividade agrícola no RN obteve maior dinamização, apresentando maiores volumes de investimentos recebidos tanto do capital privado oriundo de grandes multinacionais do agronegócio, quanto decorrente do poder público, através de políticas públicas de incentivo agrícola, o que potencializou o nível técnico de muitas áreas cultivadas, gerando maior produtividade por hectare plantado e maior oferta de produtos tanto para atender o mercado interno quanto para as exportações.

Segundo Locatel (2015), as áreas do estado que apresentam maior integração aos mercados nacional e internacional e maiores densidade e eficiência científica-informacional nos sistemas técnicos agrícolas, apesar de se destacarem no contexto da agricultura potiguar, por vezes, possuem dinâmicas pouco expressivas quando analisadas no contexto da agricultura brasileira.

Atualmente, no Rio Grande do Norte, a produção agrícola apresenta duas vertentes bastante diferenciadas: a primeira se configura através da fruticultura irrigada com características de elevada densidade técnica; e a segunda com a produção de alimentos básicos caracterizada pela baixa densidade técnica, definindo assim, um contexto produtivo desigual e de certa forma contraditório, quando tratamos da temática reestruturação econômica e territorial do estado na contemporaneidade. No que diz respeito aos agentes e processos que configuram à fruticultura irrigada, destaca-se um cenário extremamente favorável a elevada produção por hectare plantado e colhido à medida que esta dispõe dos principais elementos técnicos necessários dentro desse processo produtivo, tais como: modernos sistemas de irrigação através de técnicas de microaspersão e gotejamento, utilização de insumos agrícolas, forte controle de pragas, efetivo manejo do solo, assim como, produção de mudas em viveiros climatizados. Tais elementos técnicos fundamentam o modo de produção das multinacionais do agronegócio em algumas regiões do Rio Grande do Norte, como os municípios de Baraúna, Mossoró, Apodi, dentre outros.

Já o cenário caracterizado pelo pequeno produtor que direciona sua plantação em produtos oriundos de uma cultura temporária, com baixa densidade técnica e que depende fortemente das condicionantes naturais, como a disponibilidade de água decorrente dos períodos chuvosos e ou decorrente da disponibilidade de água nos reservatórios construídos pelo poder público, caracteriza-se por apresentar um aspecto extremamente favorável a baixa produção por hectare plantado e colhido, à medida que esta não dispõe dos principais elementos técnicos necessários desse processo produtivo, além de estar vulnerável a longos períodos de seca que frequentemente ocorrem no Nordeste Brasileiro. Nesse contexto é possível destacar alguns municípios tais como: Jucurutu, São João do Sabugi, Tangará, Poço Branco, Caicó, Pau dos Ferros, Santa Cruz e Acari.

No que diz respeito ao município de Jucurutu, nos últimos anos, sua produção agrícola temporária tem sido marcada por grandes perdas decorrente dos baixos índices pluviométricos (figura 2), e da redução da área plantada e consequentemente colhida (figura 3), o que se reflete em uma baixa produção tanto por hectare quanto de sua produção absoluta.

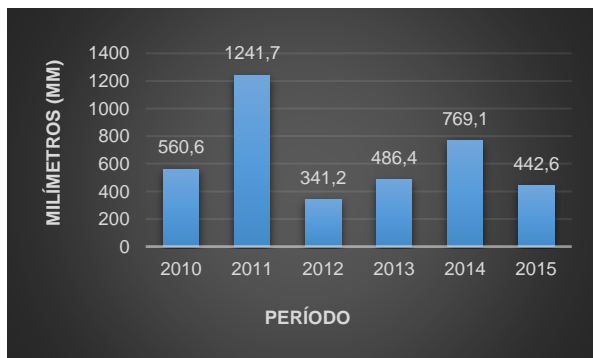


Figura 2: Precipitação acumulada em Jucurutu

Fonte: EMPARN(2015)

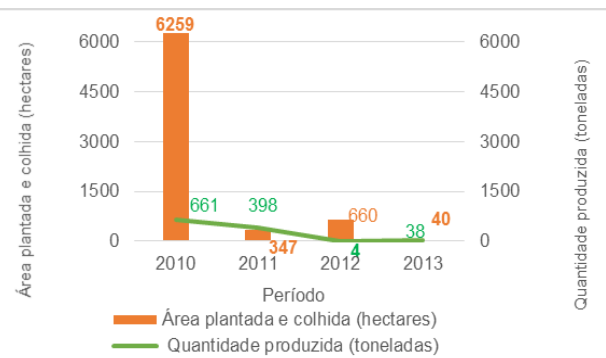


Figura 3: Produção agrícola temporária em

Fonte: EMPARN (2015); e IBGE (2015)

Segundo dados do (IBGE, 2015), os produtos que revelaram as maiores fragilidades frente ao cenário apresentado em Jucurutu foram o milho e o feijão. Entre 2010 e 2012 foram plantados 190 hectares e colhidos apenas 66 hectares, ou seja uma perda de dois terços da área cultivada. No que diz respeito a área plantada, houve uma redução de 6.259 hectares em 2010 para apenas 40 hectares em 2013. Tais perdas estão também associadas a baixa densidade técnica do processo produtivo no município, e o coloca numa condição obrigatória de renovar-se tecnicamente ou deixará de ser considerado como um espaço produtivo de relevância para o RN.

No que diz respeito ao município de São João do Sabugi, entre os anos de 2010 e 2013, sua produção agrícola temporária também foi marcada por grandes perdas, tendo como destaque os anos de 2012 e 2013 (figuras 4 e 5), com baixos índices pluviométricos e uma pequena produtividade.

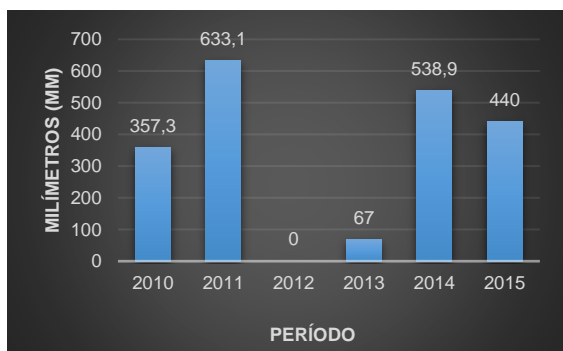


Figura 4: Precipitação acumulada em São J. do Sabugi  
Fonte: EMPARN (2015)

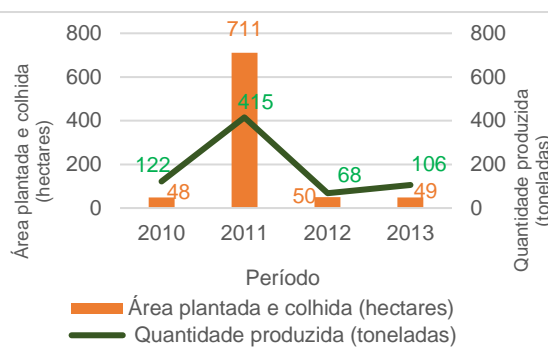


Figura 5: Produção agrícola temporária em São J. do Sabugi  
Fonte: EMPARN (2015); e IBGE (2015)

Segundo dados da (IBGE, 2015), os produtos que revelaram as maiores perdas em São João do Sabugi foram o milho, o feijão e a melancia. Entre 2010 e 2013 foram plantados 807 hectares destes produtos e colhidos apenas 460 hectares, ou seja, uma perda de 43% da área cultivada. No que diz respeito a área plantada e a produtividade, houve um significativo aumento de ambas somente em 2011 (figura 5), ano de maior ocorrência pluviométrica, o que revela uma forte dependência das condicionantes naturais em um cenário de grande fragilidade. Nos anos seguintes 2012 e 2013 cuja previsão climática era de “forte seca” reduziu-se significativamente a área plantada e consequentemente a quantidade produzida. Tais reduções ocorreram em vários municípios do Rio Grande do Norte, nesses anos, ocasionadas pelo mesmo motivo, e geraram significativas perdas dentro da estrutura produtiva e econômica tanto nos municípios diretamente afetados quanto impactaram a produção geral do estado.

Outro município que tem apresentado grandes fragilidades em sua produção agrícola temporária é Poço Branco. A análise das (figuras 6 e 7) ajudam na compreensão desse processo.

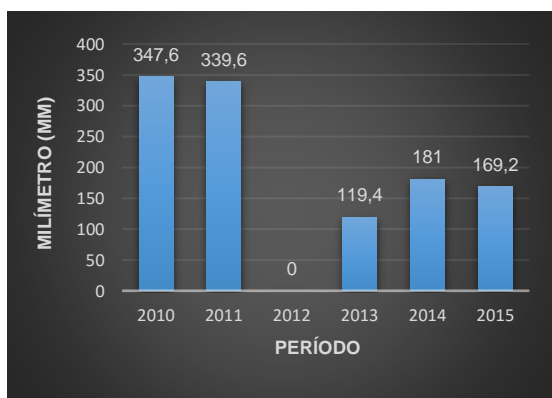


Figura 6: Precipitação acumulada em Poço Branco  
Fonte: EMPARN (2015)

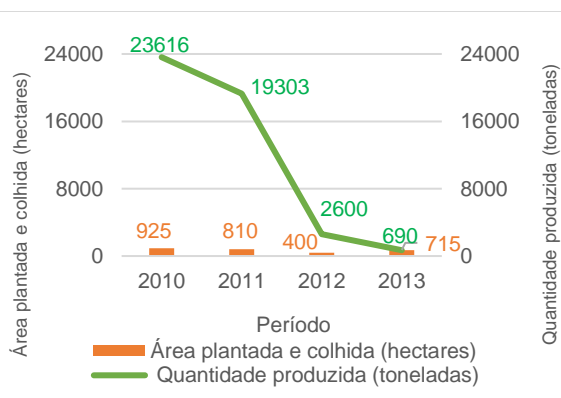


Figura 7: Produção agrícola temporária em Poço Branco  
Fonte: EMPARN (2015); e IBGE (2015)

Ao estabelecermos uma relação entre os dados de precipitação e os de produção agrícola, percebemos que ano após ano tanto a área plantada e colhida quanto a produtividade por hectare tem sido reduzida no município de Poço Branco. Um exemplo disso é a comparação da produção entre (2010 - 23.616 ton e 2013 - 690 ton). Tais dados revelam um momento crítico e nos levam a refletir sobre: a redução da produção agrícola temporária, as perdas significativas nas vendas

dos produtos estimados e não produzidos, a baixa geração de empregos temporários e a redução da renda dos pequenos produtores.

Outro município que compreendeu o presente estudo foi Mossoró, que diferentemente dos analisados anteriormente caracteriza-se pela presença do agronegócio com forte aporte tecnológico investido com a finalidade da produção da fruticultura irrigada para exportação. Destaca-se que a maioria das propriedades produtivas dessa localidade dispõe de elevada densidade técnica que além de servir às multinacionais na produção da fruticultura, também são utilizadas pelo pequeno produtor em sua produção básica de feijão, mandioca, cebola, milho e sorgo. Apesar da grande oscilação dos índices pluviométricos (figura 8), o resultado do processo produtivo revela uma elevada produtividade por hectare plantado (figura 9). Dessa forma, afirma-se que a reestruturação do processo produtivo através do uso de técnicas modernas de produção tem influência direta no resultado da produtividade agrícola, seja ela temporária ou permanente, apresentando assim além de uma produção por hectare mais elevada, uma estabilidade produtiva de toneladas por hectare, diferente do cenário apresentado nos municípios de Jucurutu, São João do Sabugi e Poço Branco anteriormente analisados.

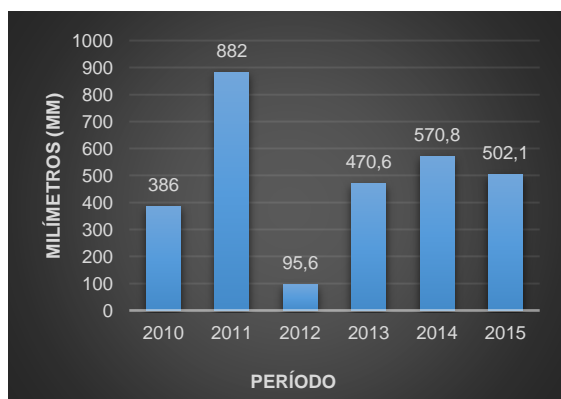


Figura 8: Precipitação acumulada em Mossoró  
Fonte: EMPARN (2015)

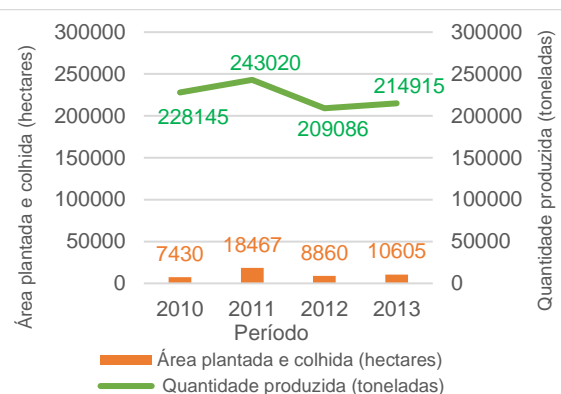


Figura 9: Produção agrícola temporária em Mossoró  
Fonte: EMPARN (2015); e IBGE (2015)

#### 4. Considerações finais

Diante do contexto analisado pode-se perceber o contraditório processo de reestruturação produtiva que se configura no território do Rio Grande do Norte. Por um lado, inúmeras áreas de cultivo agrícola onde predomina a agricultura temporária básica e rudimentar de baixa densidade técnica, tendo como consequência uma baixa produtividade e elevadas perdas. De outro lado algumas áreas de produção agrícola onde o que predomina é a agricultura permanente com alta densidade técnica orquestrada pelos padrões do agronegócio, tendo como consequência uma grande produtividade por hectare, baixas perdas e uma estabilidade produtiva ao longo dos anos.

Assim, conclui-se que a consolidação de certas materialidades técnicas além de reconfigurar os usos do território, com a instalação de novos equipamentos e infraestruturas, organiza e normatiza

as atividades produtivas, o que reflete em uma melhor produtividade e consequentemente na melhoria das relações econômicas e sociais local e regional. Faz-se necessário que os agentes do estado do Rio Grande do Norte revejam as políticas públicas e de subsídio aos pequenos produtores, sobretudo das áreas que caracterizam-se pela baixa densidade técnica em seus processos produtivos a fim de lhes permitirem melhores condições de trabalho e resultados eficazes em suas áreas de produção.

## 5. Bibliografia

- Araújo, A. L. C.; Fonseca, A. L. da; Vale, M.B. do. (2005). Avaliação dos sistemas de dessalinização de águas no semi-árido no Rio Grande do Norte. Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande/MS
- Bezerra, N. F. (2002). Água no semiárido nordestino: experiências e desafios. In.: FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER. Água e desenvolvimento sustentável no Semiárido. Série Debates nº 24, ISBN 85 – 7504-036-7.
- Campos, J. N. B. (2002). Água, sociedade e natureza: desenvolvimento científico e gestão de águas. In.: FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER. Água e desenvolvimento sustentável no Semiárido. Série Debates nº 24, ISBN 85 – 7504-036-7.
- Carvalho, O. de. (2012). A seca e seus impactos. In.: A questão da água no Nordeste. Agência Nacional de Águas. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. BRASIL.
- Gomes, J. (Org.), (2014). Cisterna de Placas: tecnologia social como política pública para o semiárido brasileiro. Fundação Banco do Brasil. Brasília.
- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), (2015). Fichas técnicas dos reservatórios: RN. Acesso em 17\10 [http://www.dnocs.gov.br/php/canaais/recursos\\_hidricos/fic\\_tec\\_estado.php?sigla\\_estado=RN](http://www.dnocs.gov.br/php/canaais/recursos_hidricos/fic_tec_estado.php?sigla_estado=RN)
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), (2015). Banco de dados: cidades do Rio Grande do Norte. Acesso em 21\10 <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), (2015). Produção Agrícola Municipal: lavouras temporárias (2010 a 2013). Acesso em 21\10 <http://www.cidades.ibge.gov.br>
- Locatel, C. D.; Lima, F. L. de. (2016). Territórios rurais e reestruturação produtiva do capital no rio grande do norte. Revista Formação (no prelo).
- Malavezzi, R. (2007). Semi-árido: uma visão holística. – Brasília: Confea.
- Melo, R. A. C. de; Pereira, R.; Silva, F. H. R. da; *et al.* (2013). Deterioração de poços tubulares no estado do Rio Grande do Norte. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves/RS.
- Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G. L. (2012). Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In.: Gheyi, H. R.; Paz, V. P. da S.; Medeiros, S. de S.; et al. (editores).
- Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH). (2015). Situação volumétrica de Reservatórios do RN. Acesso em: 21\10 <http://www.sistemas.searh.rn.gov.br/monitoramentovolumetrico>.
- Soares, E. (2013). Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco. Geografias. Belo Horizonte, 01 de Julho - 31 de Dezembro. Vol. 9, nº 2.
- Souza, I. de. (1976). Migrações para Natal. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.
- Travassos, I. S.; Souza, B. I. de; Silva, A. B. da. (2013). Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino brasileiro. Revista OKARA: Geografia em debate, v.7, n.1, p. 147-164. ISSN: 1982-3878. João Pessoa, PB, DGEOC/CCEN/UFPB.

## O USO DA CLASSIFICAÇÃO AUTOMATIZADA PARA A DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE VERTENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO SARANDI-RS

D. S. Baratto<sup>(a)</sup>, R. Trentin<sup>(b)</sup>, A. V. Nummer<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria  
barattinh@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria  
romario.trentin@gmail.com

<sup>(c)</sup> Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria  
a.nummer@gmail.com

### Resumo

O estudo analisa a bacia hidrográfica do Arroio Sarandi, localizada na porção central do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. Utilizando o MDE, foram determinadas unidades de vertentes que compõem a bacia. Através da classificação automatizada, utilizando a declividade, plano e perfil de curvatura, foram definidas oito Unidades de Vertentes. As unidades de 01 a 04 correspondem às porções de vertentes com inclinações superiores a 5% de declividade e, ao se cruzarem com os diferentes tipos de curvaturas, em plano e perfil, determinam as unidades com maior potencialidade de dissecação. As unidades de 05 a 08 correspondem às porções de vertentes com inclinações inferiores a 5% de declividade e que remete à unidades com atuação de agentes agradacionais e o cruzamento das curvaturas, em plano e perfil, determinam as unidades com maior potencialidade de agradação. A metodologia empregada adequa-se para caracterização das vertentes, auxiliando na espacialização dos processos superficiais.

**Palavras chave:** Bacia Hidrográfica; Classificação Automatizada; Unidades de Vertentes.

### 1. Introdução

As bacias de drenagem são tratadas como unidades geográficas em que os recursos naturais se associam. Assim, optou-se pela escolha da bacia hidrográfica como ferramenta de análise, uma vez que esta se constitui numa unidade de fácil reconhecimento, servindo para o ordenamento territorial.

Ao se realizar reflexões acerca das questões geomorfológicas parte-se da premissa de que o relevo é o resultado da atuação de forças tectônicas e estruturais, e dos mecanismos morfoclimáticos ao longo do tempo geológico, podendo ocorrer de forma sucessiva ou simultânea. Essas forças podem ser endógenas e exógenas (Guerra e Guerra, 2008).

Deste modo, as formas que o relevo apresenta são ao mesmo tempo consequências da atuação dessas forças, bem como das suas causas. Por meio das variações topográficas e morfológicas abre-se espaço para a interferência da ação da gravidade, que possibilita, por exemplo, o deslocamento de matéria e energia, líquida ou sólida, das partes mais altas para as mais baixas,

em um processo contínuo de desgaste dos terrenos elevados e de acumulação nos segmentos mais baixos (Ross, 1990).

Hugget (1975) estabelece a combinação de formas de vertentes relacionando a curvatura em perfil e em plano, também propõe nove padrões ideais para indicações das direções dos fluxos da água sobre as vertentes, cujas diferenças nos solos e na paisagem são resultantes, em parte, do movimento da água e sua distribuição nas vertentes.

Assim sendo, esse trabalho buscou identificar na bacia hidrográfica do Arroio Sarandi, localizada espacialmente na porção central do estado do Rio Grande do Sul, a delimitação das Unidades de Vertentes, utilizando a aplicação de um método com parâmetros predeterminados, a partir da análise digital de atributos altimétricos, obtidos de um Modelo Digital de Elevação (MDE). Procurando, desta forma, desenvolver técnicas e produtos, como mapas temáticos, que ofereçam suporte aos estudos sobre o desenvolvimento de processos erosivos superficiais.

A classificação automatizada ou árvore de decisão, adotada neste estudo, é um método de processamento que se baseia em parâmetros predeterminados, como mencionado anteriormente. Conforme as características dos atributos e suas respectivas classes, o processamento das informações vai definindo os caminhos de relações e interações, entre alguns atributos, a fim de que sejam atendidos os parâmetros previamente determinados.

Uma árvore de decisão é uma estrutura simples em que as folhas contêm as classes, os outros nodos representam atributos baseados em testes com um ramo para cada possível saída. Para classificar um objeto, começa-se com a raiz da árvore, aplica-se o teste e toma-se o ramo apropriado para aquela saída. O processo continua até uma folha ser encontrada. Em tal caso, garante-se que o objeto pertence à classe nomeada pela folha (Ruiz, et al., 2009).

## **2. Metodologia**

Após a definição da área de estudo, tendo como limite espacial a escolha da bacia hidrográfica do Arroio Sarandi, foram criadas as bases cartográficas para a implementação do banco de dados espaciais, bem como a organização dos layers, para o processamento e geração dos mapas temáticos, propostos na análise do trabalho.

Anteriormente à segmentação dos procedimetos metodológicos, desenvolvidos nesse trabalho, cabe apresentar os aplicativos que foram utilizados. O principal deles foi o ArcGIS 10.1, o qual foi usado para a organização do banco de dados, bem como para a reprojeção espacial dos layers, utilizados na pesquisa para o sistema de coordenadas projetadas nos cruzamentos e processamentos espaciais dos temas em análise.

A base cartográfica principal consistiu no Modelo Digital de Elevação (MDE), originado da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponibilizado pelo United States Geological Survey (USGS, 2015), com resolução espacial de 1 arc-second (30 metros). Como bases auxiliares, foi usada a malha digital de municípios e estado do IBGE (2010) e cartas topográficas, de recobrimento da área, elaboradas pelo Exército Brasileiro, em escala de 1:50000.

Também foram utilizadas as ferramentas hidrológicas de análise espacial “*Hydrology - Spatial Analyst Tools*”, a fim de extrair os cursos de água e delimitar a bacia hidrográfica do Arroio Sarandi, seguindo a sequência de processamentos das ferramentas “Fill; Flow Direction; Flow Accumulation; Set Null >100; Stream Link; Stream Order; Stream to Feature e Watershed”.

Para a definição das unidades de vertentes foram utilizados os cruzamentos das características da devividade, plano de curvatura e perfil de curvatura das vertentes. A definição das características da declividade da bacia hidrográfica procedeu-se pelo processamento do MDE, através da ferramenta “*Slope*”, com as propriedades de geração do layer de declividades em porcentagens.

Para o cruzamento final, este layer foi reclassificado com a ferramenta “reclassify” em duas classes, sendo elas menores que 5% e maiores que 5%. Este limite refere-se, conforme Instituto de Pesquisa Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT, 1981), às inclinações que iniciam os processos de denudação do relevo.

O plano de curvatura da vertente corresponde à variação do gradiente de arqueamento na direção ortogonal da vertente (curvatura da superfície perpendicular à direção da inclinação) e refere-se ao caráter divergente/ convergente do terreno. O perfil de curvatura é a taxa de variação do gradiente de arqueamento na direção de sua orientação (a curvatura da superfície no sentido do declive) e está relacionada ao caráter convexo/ côncavo do terreno, sendo decisiva na aceleração ou desaceleração do fluxo da água sobre o mesmo. Ambos foram obtidos a partir do MDE, por meio do emprego do polinômio de Zevenbergen e Thorne (1987).

O perfil de curvatura é importante para caracterizar mudanças na velocidade do fluxo da água e processos relacionados ao transporte de sedimentos, enquanto que o plano de curvatura demonstra a propensão da água em convergir ou divergir no terreno (Gallant e Wilson, 2000). Assim, o perfil de curvatura representa a forma da vertente no sentido descendente e indica a proporção de mudança do potencial do gradiente, influenciando no fluxo da água e na velocidade de processos de transporte de sedimentos.

O plano de curvatura representa a medida da convergência e divergência topográfica e por isso influencia na concentração de água na paisagem (Sirtoli et al., 2008). O perfil de curvatura e o plano de curvatura foram gerados a partir do MDE, utilizando-se a ferramenta “curvature”, que



analisa a distribuição espacial dos oito pixels do entorno de um pixel central e determina o grau de curvatura em cada pixel.

O perfil das vertentes, em ambiente SIG, é analisado de acordo com seu valor de curvatura (histograma de frequência) e teoricamente, vertentes retilíneas tem valor de curvatura nulo, ou muito próximos a este, vertentes côncavas os têm positivos e convexas tem curvatura negativa (Valeriano, 2003). Porém, vertentes retilíneas são muito raras na natureza, assim muito pouco do que se julga retilíneo apresenta realmente valor de curvatura nulo, mas valores pertencentes a um intervalo de tolerância na vizinhança desse valor.

No presente trabalho adotou-se o limite 0 (zero) para determinação das duas classes do perfil de curvatura, as vertentes côncavas (com valores positivos no histograma de frequência) e as vertentes convexas (com valores negativos no histograma de frequência).

A classificação do plano de curvatura das vertentes, em ambiente SIG, é analisada de acordo com o seu histograma de frequência que indica o valor da referida curvatura. Os valores nulos, ou muito próximos deste, correspondem a inexistência de curvatura, correspondendo à vertentes plana, já os valores positivos representam curvatura divergente e os valores negativos correspondem à curvatura convergente.

Neste trabalho de análise de unidades de vertentes, utilizou-se o limite 0 (zero), para a determinação das duas classes do plano de curvatura, sendo as vertentes divergentes (valores positivos do histograma de frequência) e as vertentes convergentes (valores negativos no histograma de frequência).

O cruzamento espacial das três variáveis iniciais, declividade, plano de curvatura e perfil de curvatura, cada uma devidamente classificadas em duas classes (Quadro 1), foi executado através da ferramenta “*combine*” do SIG arcgis.

Quadro 1 – Reclassificação dos temas bases para a definição das Unidades de Vertentes

<b>Declividade</b>	<b>Plano de curvatura</b>	<b>Perfil de curvatura</b>
1 < 5%	1 Convergentes	1 Convexos
2 > 5%	2 Divergentes	2 Côncavos

Este cruzamento, condiciona a formação de 08 oito unidades de vertentes, conforme pode-se observar na Figura 1. Após o cruzamento, o layer final é convertido para o formato vetorial, para melhor quantificação dos valores de área de cada unidade de vertente definida.

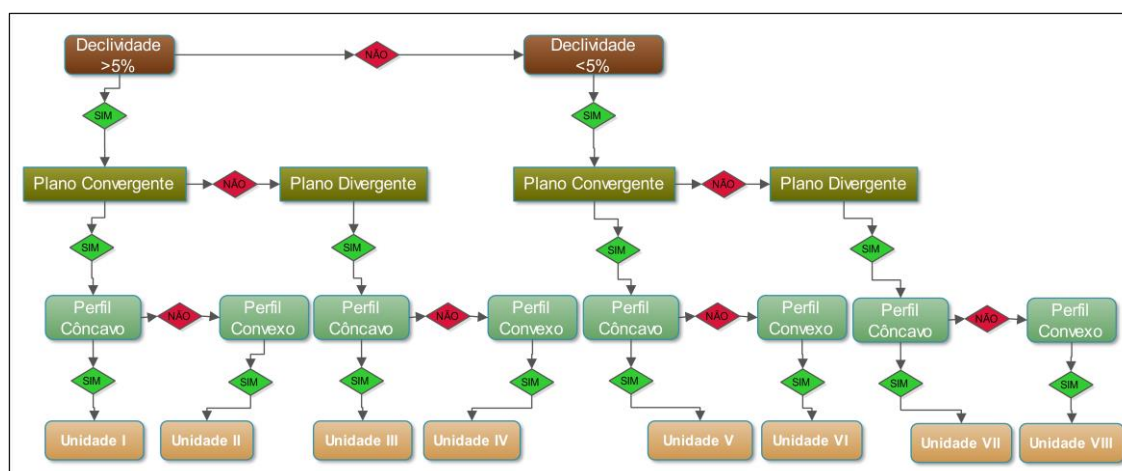


Figura 1 – Fluxograma dos cruzamentos para a definição das Unidades de Vertentes

#### 4. Resultados

A bacia do Arroio Sarandi está localizada na região central do Rio Grande do Sul, na província geomorfológica denominada Depressão Periférica Sul Riograndense. Abrange uma área de aproximadamente 77km<sup>2</sup>, pertencente aos municípios de Santa Maria e Dilermando de Aguiar. Sua localização geográfica pode ser observada na Figura 2.

A Depressão Periférica Sul Riograndense apresenta, entre suas características, a presença de vertentes de topos convexos, convexo-côncavos, côncavo-convexos ou planos. Configuração que possibilita, em algumas porções desta área, a ocorrência de processos erosivos de ordem natural ou acelerados por condicionantes antrópicos.

As formas de relevo predominantes, na bacia em questão, são colinas onduladas (declividade >5% e amplitudes < 100m) e alongadas, surgindo tanto em conjunto como isoladas. Ao longo da maior parte da extensão do Arroio Sarandi, que possui 18,84 km de canal principal, as altitudes ficam em torno dos 80m. Próximo a cabeceira, as altitudes ficam em torno de 200 metros, onde o ponto mais elevado ultrapassa os 210 metros, no extremo oeste da área.

Por meio da classificação automatizada em SIG, utilizando as características de declividade, plano de curvatura e perfil de curvatura, foram definidas oito Unidades de Vertentes. A Tabela I mostra a ocupação, em área e porcentagem, de cada unidade de vertente na bacia hidrográfica do Arroio Sarandi.

A distribuição espacial das Unidades de Vertentes na referida bacia hidrográfica, pode ser visualizada na Figura 3, tendo como destaque as quatro primeiras unidades.

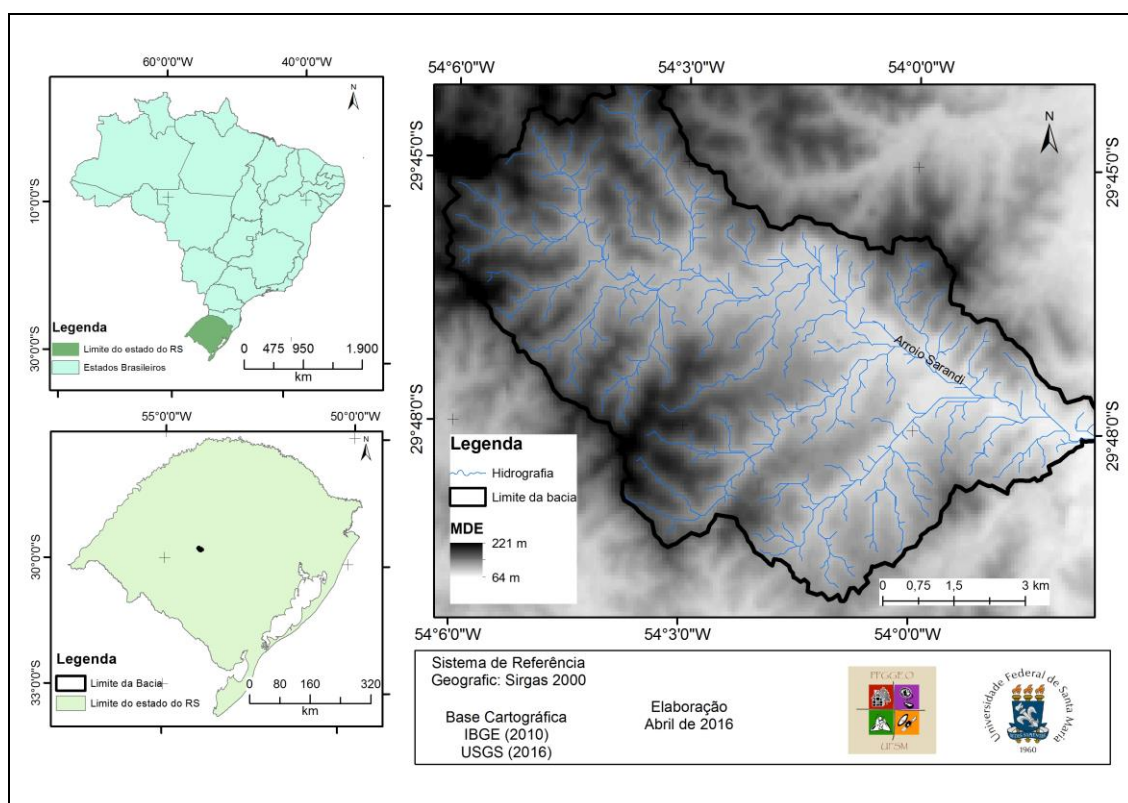


Figura 2 – Localização geográfica da área da microbacia hidrográfica do Arroio Sarandi

Tabela I – Características de área e porcentagem de cada unidade de vertente

Unidades	Área km <sup>2</sup>	Porcentagem
Unidade 01	16,40	21,32
Unidade 02	9,84	12,80
Unidade 03	6,94	9,02
Unidade 04	15,71	20,43
Unidade 05	9,43	12,27
Unidade 06	9,38	12,19
Unidade 07	1,87	2,44
Unidade 08	7,34	9,54

As unidades de 01 a 04 correspondem às porções de vertentes com inclinações superiores a 5% de declividade e, ao se cruzarem com os diferentes tipos de curvaturas, em plano e perfil, determinam diferentes unidades. Estas unidades distribuem-se ao longo de toda a bacia, porém predominam no terço superior das vertentes e juntas somam uma área total de 48,89 km<sup>2</sup>, o que representa 63,57% da área total da bacia, o que demonstra uma maior presença das áreas com inclinações favoráveis aos processos de denudação do relevo.

A unidade 01 caracteriza-se pelos atributos de declividade > 5%, plano de curvatura convergente e perfil de curvatura côncavo. Esta unidade ocupa 16,40 km<sup>2</sup>, o que representa 21,32% da área total da bacia hidrográfica, representando a unidade com maior área na bacia.

Espacialmente, esta unidade encontra-se posicionada no terço médio das vertentes, junto aos cursos de água, formando principalmente as áreas de nascentes.

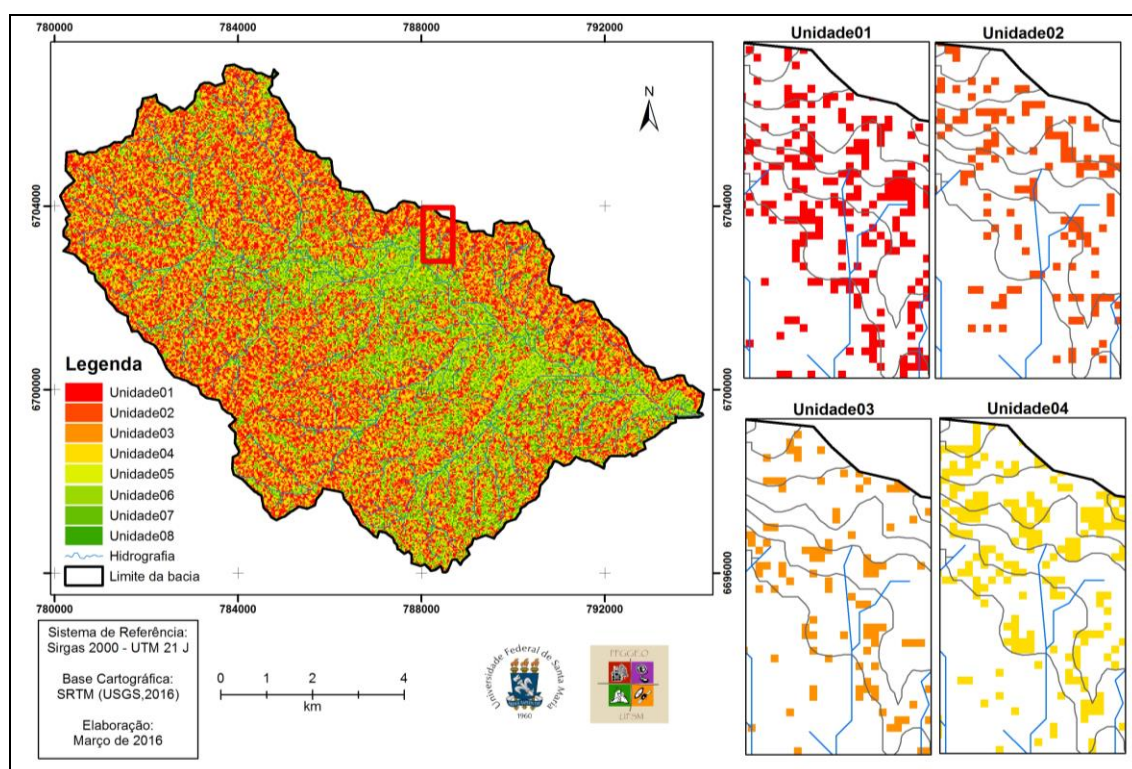


Figura 3 – Distribuição espacial das unidades de vertente, com destaque para as 4 primeiras unidades

Pelas características geomorfométricas, desta unidade de vertente, percebe-se a grande aptidão desta à ocorrência dos processos de denudação, visto as características de declividade serem maiores que 5%, o plano de curvatura convergente e o perfil de curvatura côncavo, que favorecem a concentração da água pelo escoamento superficial.

A unidade 02 apresenta, como atributos base para sua definição, as declividades >5%, plano de curvatura convergente e perfil de curvatura convexo. A área ocupada por esta unidade é de 9,84 km<sup>2</sup>, o que representa 12,80% da área total. Espacialmente, esta unidade ocupa as porções médias das vertentes, por vezes ocorrendo em situações próximas do topo. Quanto as características geomorfométricas, esta unidade apresenta também características favoráveis aos processos de denudação, pelas declividades >5%, o plano convergente e, apesar do perfil ser convexo, este favorece o aumento da velocidade do fluxo que, em processos de dinâmica superficiais, favorecem os efeitos denudacionais.

A unidade 03 tem, como atributos básicos para sua definição, as declividades >5%, plano de curvatura divergente e perfil de curvatura côncavo. Esta unidade ocupa uma área de 6,94 km<sup>2</sup>, o que representa 9,02% da área total da bacia hidrográfica, a segunda menor unidade em quantidade de área. Espacialmente, esta unidade ocupa as porções do terço médio superior das

vertentes, muito associada à unidade 01. Quanto as características geomorfométricas, esta unidade apresenta declividades favoráveis aos processos de denudação, porém em função de apresentar um plano de curvatura divergente, o escoamento superficial tende a ser difuso, com diminuição da velocidade em direção à base (perfil côncavo).

A unidade 04 tem, como atributos básicos, declividades  $>5\%$ , plano de curvatura divergente e perfil de curvatura convexo. Ocupa uma área de 15,71 km<sup>2</sup>, o que representa 20,43% da área total da bacia, segunda maior unidade de vertente da bacia. Espacialmente, ocupa as maiores partes das porções dos topos das vertentes e pequenas faixas que poderiam ser denominadas divisores de água, entre canais de primeira e segunda ordem. Quanto as características geomorfométricas, estas unidades têm potencial ao processo denudacional, porém as características do plano de curvatura divergentes e perfil convexo geram dispersão da água ao longo da vertente.

As unidades de 05 a 08 correspondem às porções de vertentes com inclinações inferiores a 5% de declividade e que remete à unidades com atuação de agentes agradacionais, o cruzamento das curvaturas, em plano e perfil, determinam diferentes unidades. Estas unidades distribuem-se ao longo de toda a bacia, mas principalmente ao longo do canal principal da bacia e sua planície de inundação, nas porções inferiores das vertentes. Juntas somam uma área total de 28,02 km<sup>2</sup>, o que representa 36,43% da área total da bacia. A Figura 4 ilustra a distribuição espacial das Unidades de Vertentes, com destaque para as unidades 05 a 08.

A unidade 05 caracteriza-se pelos atributos de declividade  $< 5\%$ , plano de curvatura convergente e perfil de curvatura côncavo. Esta unidade ocupa 9,43 km<sup>2</sup>, o que representa 12,27% da área total da bacia hidrográfica. Espacialmente, esta unidade encontra-se posicionada junto aos cursos de água. Pelas características geomorfométricas desta unidade de vertente, percebe-se aptidão desta à ocorrência dos processos de agradação, visto as características de declividade serem  $< 5\%$ . O plano de curvatura convergente e o perfil de curvatura côncavo favorecem a concentração da água, porém como as inclinações são baixas o escoamento superficial é dificultado, favorecendo a formação de áreas úmidas.

A unidade 06 apresenta, como atributos base para sua definição, declividades  $< 5\%$ , plano de curvatura convergente e perfil de curvatura convexo. A área ocupada por esta unidade é de 9,38 km<sup>2</sup>, o que representa 12,19 % da área total. Espacialmente, esta unidade ocupa as porções médias das vertentes, por vezes ocorrendo junto aos cursos de água. Quanto as características geomorfométricas, esta unidade apresenta também características favoráveis aos processos de agradação, devido as declividades  $>5\%$ . O plano convergente e o perfil convexo, configuram, espacialmente, a formação da meia vertente associada às várzeas da bacia hidrográfica.



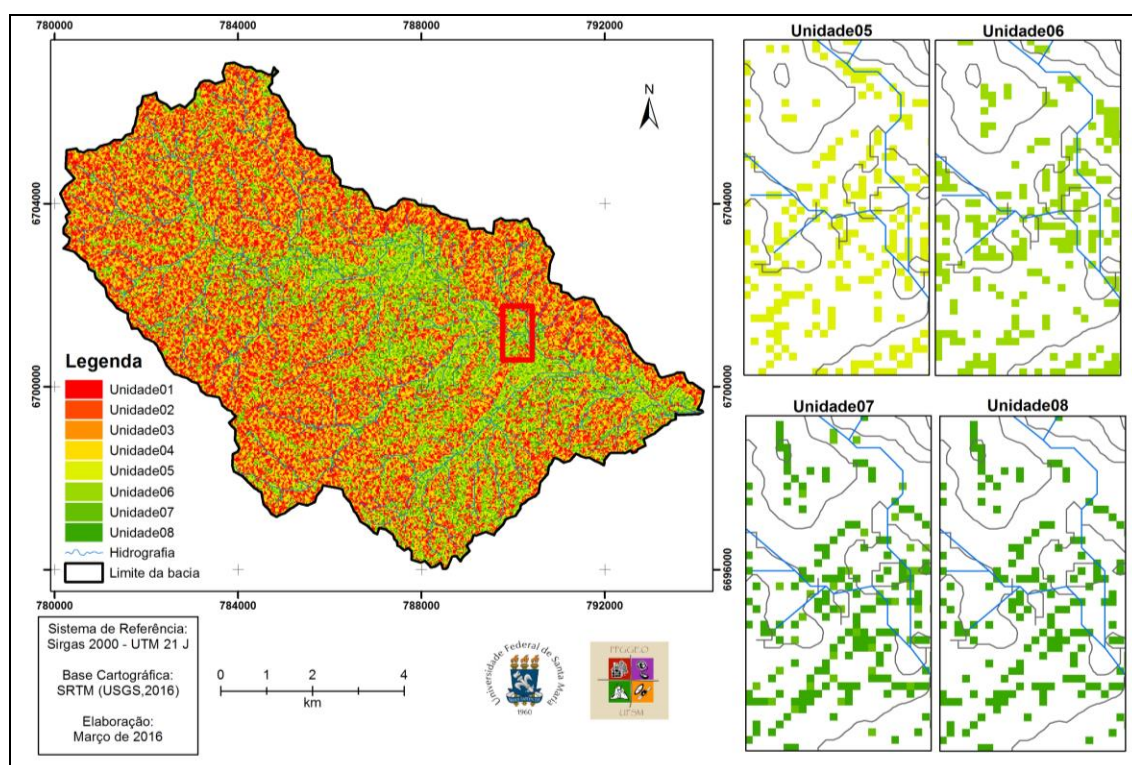


Figura 4 – Distribuição espacial das unidades de vertente, com destaque para as unidades 05 a 08

A unidade 07 tem, como atributos básicos, para sua definição, declividades  $< 5\%$ , plano de curvatura divergente e perfil de curvatura côncavo. Esta unidade ocupa uma área de  $1,87 \text{ km}^2$ , o que representa  $2,44\%$  da área total da bacia hidrográfica. Esta unidade é a menor, em área, na bacia hidrográfica. Espacialmente, esta unidade ocupa as porções do terço médio das vertentes, com difícil visualização espacial, visto que esta associação de características geomorfométricas não é muito comum, por vezes formam pequenos alinhamentos de pixels, mas na grande maioria ocorrem em pequenas áreas representada por um ou dois pixels, que correspondem à áreas bastante reduzidas das vertentes.

A unidade 08, tem como atributos básicos, declividades  $< 5\%$ , plano de curvatura divergente e perfil de curvatura convexo. Ocupa uma área de  $7,34 \text{ km}^2$ , o que representa  $9,54\%$  da área total da bacia. Espacialmente, ocupa as porções com elevação um pouco mais pronunciada, junto à planície de inundação da bacia hidrográfica e aos divisores de água, dos canais de primeira e segunda ordem.

## 5. Considerações Finais

Estudos multicritérios com análise de parâmetros geomorfométricos, utilizando Modelos Digitais de Elevação (MDE) para definição de unidades de vertente, permitem mapeamentos e

estudos das características do relevo com rapidez e precisão, diminuindo a subjetividade para a identificação e delimitação das feições geomorfológicas.

O uso do cruzamento de informações do tipo árvore de decisão, utilizando os parâmetros de declividade, plano de curvatura e perfil de curvatura das vertentes, possibilitou definir 8 unidades de vertentes, que caracterizam as vertentes da bacia hidrográfica do Arroio Sarandi.

Os produtos cartográficos obtidos e a análise quantitativa das unidades definidas, permitiram considerar que a metodologia utilizada é adequada para caracterização das vertentes da área de estudo e para a espacialização de possíveis processos superficiais presentes, demonstrando grande potencial para suporte em trabalhos que relacionem as características do relevo com outros atributos ambientais, de uso do solo e da identificação de feições erosivas superficiais, como as ravinas e voçorocas.

## 6. Bibliografia

Gallant J. C., Wilson J. P. (2000). Primary topographic attributes. In: Wilson J. P., Gallant J. C. (Eds.). *Terrain Analysis: Principles and applications*. (pp.51-85). New York: John Wiley.

Guerra, A. T.; Guerra, A. J. T. (2008). *Novo dicionário geológico geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6, 648 p.

Hugget, R. J (1975). Soil Landscape Systems: A model of soil genesis. *Geoderma*, 13, 01-22.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2010). *Malha digital municípios e estados*. Disponível em: [http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm) [Acessado em 04 de abril de 2016].

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo- IPT. (1981). *Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo*: São Paulo. Escala 1:500.000, 2, 130 p.

Ross, J. L.S (1990). *Geomorfologia. Ambiente e Planejamento*. São Paulo: Contexto.

Sirtoli, A. E., Silveira C. T., Montovani et al (2008). Atributos do relevo derivados de modelo digital de elevação e suas relações com solos. *Scientia Agraria*, 9(3), 317-329.

Valeriano M. M. (2003). Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7(3), 539-546.

Zevenbergen L.W., Thorne C.R. (1987). Quantitative Analysis of Land Surface Topography. *Earth Surface Processes and Landforms*, 12, 47-56.

## **AMBIENTES MORFOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SEDIMENTOS NA BAÍA DA PALHA, NO RIO PARAGUAI, MATO GROSSO – BRASIL**

C. A. Souza<sup>(a)</sup>, S. J. Silva<sup>(b)</sup>, E. Ferreira<sup>(c)</sup>, G. R. S. Leandro<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento de Geografia - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
celiaalvesgeo@globocom

<sup>(b)</sup>Curso de Geografia -Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
sandrojs13@gmailcom

<sup>(c)</sup>Curso de Geografia - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
evaldoferreira@unematbr

<sup>(d)</sup>Curso de Geografia - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
gustavogeociencias@hotmailcom

### **Resumo**

O presente trabalho objetivou identificar os ambientes morfológicos, a distribuição espacial dos sedimentos na baía da Palha no rio Paraguai, no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Realizou-se trabalho de campo para monitoramento e coleta de amostras. O mapa foi elaborado a partir da imagem de satélite na escala de 1:100.000, com uso dos softwares Spring e ArcGIS. As amostras foram submetidas a análises físicas para a determinação da granulometria dos sedimentos, usando o método da pipeta e peneiramento. Os ambientes morfológicos encontrados foram: 11 barras de sedimentos, dois cordões marginais, um dique marginal, uma ilha e quatro lagoas. Quanto à distribuição dos sedimentos nas seções transversais, na barra lateral predominou areia fina (95%), no cordão marginal a maior ocorrência foi de areia fina (68,40%), no dique marginal a maior ocorrência foi de silte (59,80%), seguida de areia fina (31,95%) e na mata ciliar predominou o silte (88,20%).

**Palavras-chave:** baía; ambientes morfológicos; sedimentação

### **1. Introdução**

O rio Paraguai, que passa ao longo da cidade de Cáceres (Mato Grosso), conforme Ana (2004) possui 2.612km de extensão. A nascente encontra-se no Planalto Central, na serra Araporé (conhecido também por Serra das Pedras de Amolar) e deságua no rio Paraná, próximo à Corrientes, na Argentina. Sua bacia de drenagem totaliza 1.095.000 km<sup>2</sup>, abrangendo no Brasil os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, e parte dos territórios da Bolívia, do Paraguai e da Argentina.

Conforme Silva (2006), o rio Paraguai vem passando por muitas mudanças nos últimos anos, em decorrência de intensas atividades pecuárias e turísticas, que contribui para modificar o solo e consequentemente a sedimentação na bacia por trocas de vegetação por pastagens e uso de embarcações. Essas atividades implicam diretamente na evolução das barras de sedimento.

A dinâmica fluvial se reflete com a remoção, transporte e deposição das partículas envolvidas em toda a rede de drenagem que incide diretamente sobre o equilíbrio de todo o sistema fluvial.



Quando acontecem distúrbios no sistema, o canal se ajustará e se reajustará até encontrar um novo equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1977). Nos estudos realizados por Christofolletti (1981, p. 98) destacam-se que “a erosão e a sedimentação constituem fenômenos naturais e de grande importância para a manutenção do equilíbrio fluvial”. Os processos de sedimentação, tanto do canal como da planície de inundação, influem na forma física de deposição e compreende os depósitos residuais do canal, de barras de meandros e do preenchimento de canais, desta forma influenciando o acúmulo de sedimentos na planície de inundação (SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

O processo de sedimentação e transporte de sedimentos, além das mudanças na morfologia da calha dos rios e nas planícies de inundação, foram estudados por diversos pesquisadores, entre eles Souza (2004), Silva, Souza Filho e Cunha (2008); Grizio e Souza Filho (2010); Souza et al. (2012), Andrade, Leandro e Souza (2013), Bühler (2011), Souza e Cunha (2013), Leandro, Souza e Nascimento (2014), Silva et al. (2013) no rio Paraguai; Bayer e Zancopé (2014), Carvalho (2009) e Moraes, Aquino e Latrubesse (2008) no rio Araguaia; Lana e Castro (2008) no rio das Velhas (MG); Kuerten, Santos e Silva (2009), no rio Ivaí.

As mudanças espaço-temporal das feições morfológicas fluviais ocorrem principalmente devido à erosão e à deposição de sedimentos. A sedimentação de acreção lateral consiste na sucessiva acumulação lateral de sedimentos, principalmente no lado interno da curva do canal meandrante. Em virtude da contínua erosão da margem côncava e sedimentação na margem convexa, o canal mantém-se em constante migração lateral, estabelecendo aspecto bastante dinâmico ao ambiente fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1981; BIGARELLA, 2003).

Em relação ao comportamento de uma bacia, o transporte de sedimentos, varia em grande intensidade desde as partes mais altas até as planícies, esta variação irá depender da litologia, do tipo de solo, da cobertura vegetal, da velocidade, do regime de chuvas entre outros fatores. A maior erosão, de modo geral, ocorre no alto curso da bacia e transporte de sedimentos, que diminuirá, gradativamente, da alta até a média bacia, conforme as declividades decrescem (CARVALHO, 1994).

Alguns trabalhos destacaram a importância dos estudos realizados em sistemas fluviais. Santos et al. (2008), por exemplo, explica o surgimento de barras tanto nas margens quanto nos canais do rio Ivaí no estado do Paraná. Enquanto Carvalho (1994) destaca a importância da hidrossedimentologia em planejamentos e nos estudos dos recursos hídricos, bem como o transporte de sedimentos nos cursos d'água e os impactos causados pela ação antrópica nas barras de sedimentos.

Epelbaum (2004) ressalta que a gestão ambiental deva ser aplicada aos princípios de planejamento e controle na identificação para avaliar, monitorar e reduzir os impactos

ambientais. Entretanto, além dos trabalhos citados, o projeto apresentado garantirá a coleta de dados de forma específica, para que sirva de relevância para o município por garantir informações físicas que poderão contribuir para a melhoria das futuras condições ambientais a que se encontram as barras de sedimentos às margens do rio Paraguai.

O presente trabalho teve por objetivo identificar os ambientes morfológicos e distribuição espacial dos sedimentos, na baía da Palha, no rio Paraguai, no município de Cáceres, Mato Grosso.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo corresponde ao segmento do rio Paraguai, localizada no município de Cáceres Mato Grosso, Brasil. Entre as coordenadas geográficas  $57^{\circ}43'25,61''$  e  $57^{\circ}42'42,09''$  Latitude Sul e  $16^{\circ}5'31,60''$  a  $16^{\circ}6'11,94''$  de Longitude Oeste (Figura 1).

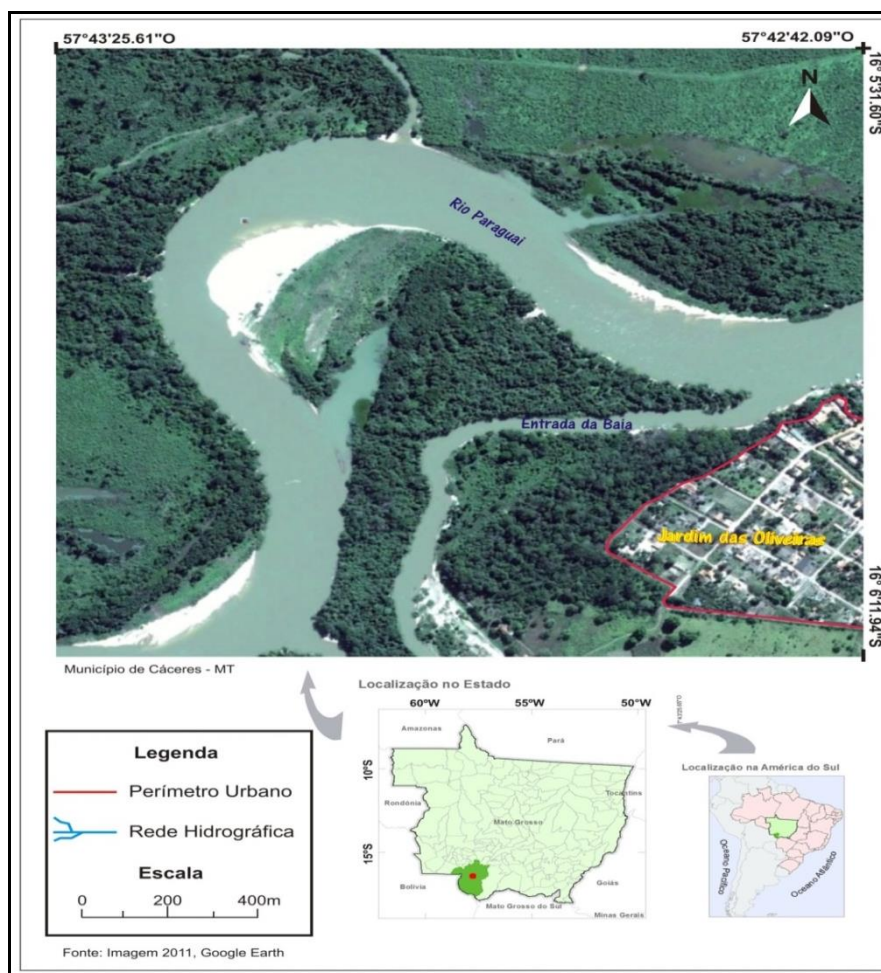


Figura 1 – Localização da área de estudo

## 2.2. Procedimentos Metodológicos

### 2.2.1. Trabalho de gabinete

Os mapas foram elaborados a partir da imagem de satélite na escala de 1:100.000, sendo definidas três etapas, descritas abaixo:

- **Etapa 1 (aquisição das imagens):** Partindo da definição da área estudada foi iniciada a aquisição das imagens que seriam utilizadas na elaboração do mapa, a saber, imagens das órbitas/ponto: 227-71 e 227-72, de 2013; para tanto, foi consultado o site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), no qual as mesmas foram adquiridas gratuitamente, mediante um cadastro.
- **Etapa 2 (processamento digital de imagens):** Após a aquisição das imagens orbitais, estas foram incorporadas ao software Spring (INPE) versão 4.3.3, para realizar os seguintes procedimentos: correção geométrica, georreferenciamento, contraste, composição colorida (RGB) e recorte.
- **Etapa 3 (elaboração de mapa e acabamento cartográfico):** De posse da imagem com composição colorida, foi utilizado o software ArcGIS versão 9.2, neste foram realizados os procedimentos de elaboração do mapa temático, definição do Grid, acabamento cartográfico e por fim foi exportado o mapa em formato JPG.
- **Etapa 4 (obtenção das áreas das barras e morfologia do canal):** Para obter informações sobre áreas das barras de sedimentos utilizou-se o software ArcGis 9.3, com as ferramentas da extensão ArcMap e do arcCatalog.

Para a análise minuciosa nessa etapa, utilizou-se o software ArcGis.

### 2.2.2. Trabalho de campo

No trabalho de campo para monitoramento e coletas de sedimentos foram traçados três perfis transversais, com intuito de verificar a espacialização granulométrica nas feições morfológicas em quatro ambientes (barra lateral, cordão marginal, dique marginal e mata ciliar).

Em cada perfil foi traçada uma reta sentido margem do rio até a mata ciliar, com uso de fita métrica. Nos perfis coletou-se uma amostra em cada um dos ambientes distintos, ou seja, barra de sedimentos, cordão marginal, dique marginal e mata ciliar, totalizando 12 amostras. As amostras de sedimentos foram armazenadas em sacos plásticos descartáveis e devidamente identificadas para posterior análise em laboratório e identificação de sua granulometria.

### 2.2.3. Análise de laboratório

Para determinar a granulometria dos sedimentos as amostras foram submetidas a análises no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial “Professora Sandra Baptista Cunha” (Lapegeof), do Campus de Cáceres, da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat).

#### Análise granulométrica de sedimento

Para quantificação das frações de argila e silte usou-se o método da Pipetagem - dispersão total (EMBRAPA, 1997). Para determinar o tamanho das partículas de sedimentos foi adotado o Método de Peneiramento (SUGUIO, 1973).

### 3. Resultados e discussões

Os sistemas fluviais desempenham um papel importante na organização espacial, principalmente no que se refere aos processos fluviais. A área de estudo abrange um trecho do rio Paraguai e baía da Palha, no perímetro urbano da cidade de Cáceres. Possui área de 337.000,00m<sup>2</sup>. O leito possui características de canal meandrante com vasta planície de inundação e vários ambientes de sedimentação.

As feições morfológicas do trecho estudado foram enumeradas de montante para jusante, e classificadas como positivas e negativas. As feições positivas são as barras de sedimentos que totalizaram (11), os cordões marginais (dois), dique marginal e ilhas (um), e as feições negativas correspondem às lagoas, que foram identificadas (cinco) (Figura 2).

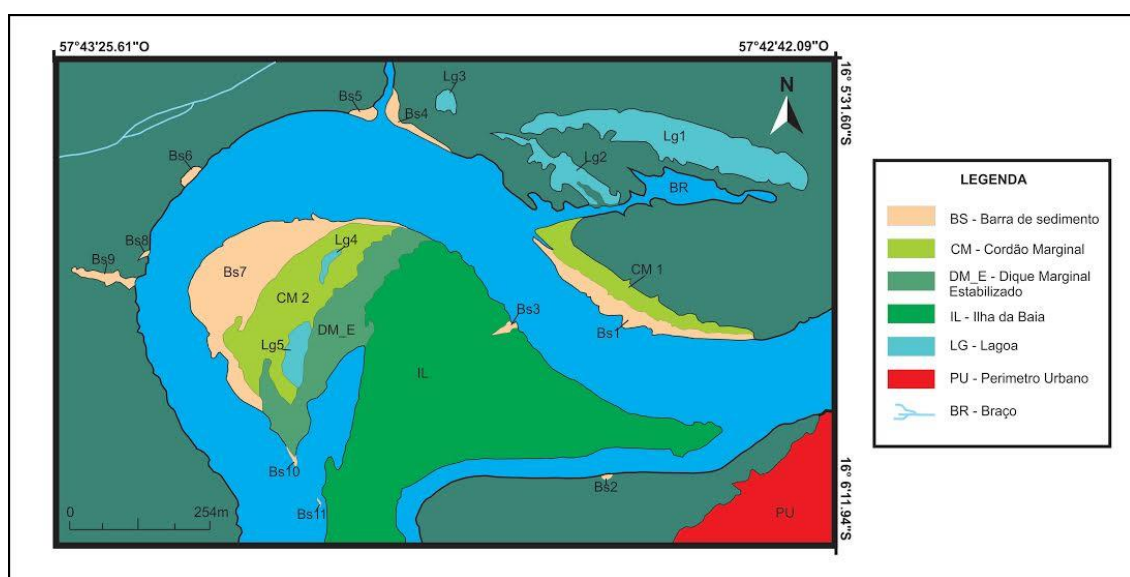


Figura 2 – Baía da Palha e as feições morfológicas positivas e negativas

Na margem convexa foi possível verificar a evolução do processo de sedimentação, os diques marginais estabilizados com vegetação rasteira e arbustos, os cordões marginais com sucessivas fases de deposição de sedimentos, com vegetação rasteira, além de uma extensa barra lateral de sedimentos e barras submersas.

As barras são encontradas no rio Paraguai e na baía são barras laterais. A forma das barras variam entre alongadas e semicircular, a origem está associada a acumulação de sedimentos transportado pelo rio Paraguai. O tamanho das barras varia entre 87,35 m<sup>2</sup> a 24.823,34 m<sup>2</sup>, sendo a barra 7 a maior delas.

No sentido de contribuir com a origem e formação das barras, Santos et al. (2008) discute que os depósitos sedimentares originam-se da deposição de materiais que estavam em transporte e em diversos graus de mobilidade, que ocorrem tanto nas margens quanto nos canais do rio, formadas nos locais em que a velocidade é menor pelo aumento de carga sedimentar.

A área de estudo possui dois cordões marginais com tamanho que varia de 10.875,62 a 33.190,40 m<sup>2</sup>. A origem dos cordões marginais está relacionada à dinâmica de deposição do rio Paraguai. Os sucessivos períodos de cheias no rio promovem o surgimento e edificação dos cordões marginais, que evolui com a deposição da carga detrítica na borda do canal, na margem convexa (Tabela 1).

Tabela 01 - Feições morfológicas Baía da Palha - Rio Paraguai – Cáceres/Mato Grosso

<b>FEIÇÕES POSITIVAS</b>	<b>ÁREA m<sup>2</sup></b>	<b>PERÍMETRO m</b>
Barra de Sedimento 01	6.232,37	988,81
Barra de Sedimento 02	106,24	48,24
Barra de Sedimento 03	417,28	118,38
Barra de Sedimento 04	659,61	257,32
Barra de Sedimento 05	551,74	118,73
Barra de Sedimento 06	687,04	115,24
Barra de Sedimento 07	24.823,34	1.322,24
Barra de Sedimento 08	87,35	44,70
Barra de Sedimento 09	1.197,64	236,24
Barra de Sedimento 10	249,93	97,32
Barra de Sedimento 11	215,62	98,50
Cordão Marginal 01	10.875,62	978,46
Cordão Marginal 02	33.190,40	1.213,65
Dique Marginal Estabilizado	20.945,92	1.277,68
Ilha da Baía	253.668,21	3.961,77
<b>FEIÇÕES NEGATIVAS</b>	<b>ÁREA m<sup>2</sup></b>	<b>PERÍMETRO m</b>
Lagoa 01	21.798,02	1.070,07
Lagoa 02	5.442,50	705,68
Lagoa 03	1.068,08	134,96
Lagoa 04	582,47	153,61
Lagoa 05	3.398,60	297,70

O trecho estudado possui uma ilha. Sua origem está relacionada ao rompimento do colo do meandro. Abrange uma área de 253.668,21 m<sup>2</sup>, sujeita à inundação periódica, e apresenta diversidade de árvores e arbustos (Tabela 1).

Registrou-se a presença de cinco lagoas. Três encontram-se na planície do rio Paraguai com tamanho que varia de 1.068,08 a 21.798,02 m<sup>2</sup>. As outras duas lagoas encontram-se na ilha formada pelo rompimento do colo do meandro (Tabela 1).

O rio Paraguai possui padrão meandrante no trecho estudado, na margem convexa (margem de deposição). Os ambientes presentes no trecho monitorado são: a mata ciliar, a calha do rio Paraguai, as barras submersas, a barra central, o cordão marginal e o dique marginal.

### 3.1 Ambientes fluviais

Os ambientes presentes nas seções transversais são: a mata ciliar, a calha do rio Paraguai, as barras submersas, a barra central, o cordão marginal e o dique marginal. A migração da barra em pontal é marcada por superfícies de acreção lateral (MIALL, 1996).

Ao traçar os perfis transversais permitiu-se verificar a espacialização dos sedimentos nos vários ambientes. A deposição contínua de sedimentos faz com que ocorra aumento de material depositado na barra em pontal. A distribuição dos sedimentos está associada à capacidade de transportar sedimentos do rio Paraguai. Nos dados a predominância de sedimentos próximo do leito, com a perda da competência de sedimentos, diminui a granulometria dos sedimentos, predominando silte no ambiente da mata ciliar.

O perfil transversal 1, com 556m de comprimento, representa um corte transversal, na margem direita da mata ciliar, seguido pelo leito do rio Paraguai. A margem esquerda inicia por uma barra de sedimentos, na sequência o cordão marginal recoberto por vegetação rasteira, seguindo verifica-se o dique estabilizado com vegetação rasteira e esparsa e finalizando a mata ciliar (Figura 3).

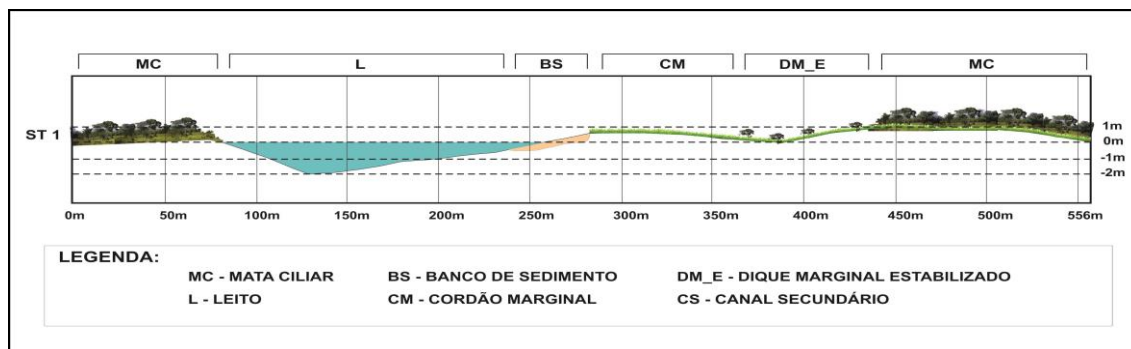


Figura 3 – Perfil transversal 1 na Baía da Palha no rio Paraguai

Na pesquisa apresentada a granulometria dos sedimentos no perfil transversal 1 ficou assim distribuído: na barra de sedimentos predominou areia média (95%). No cordão marginal houve maior ocorrência de areia fina (68,40%), porém a quantidade de silte foi expressiva (28%). No dique marginal houve maior ocorrência de silte (50,80%) seguido de areia fina (31,95%). Na mata ciliar predominou o silte (88,20%) (Tabela 2). O único ponto que registrou areia grossa foi na mata ciliar, contrariando a dinâmica natural de transporte de sedimentos, quando geralmente os sedimentos grosseiros ficam próximos à margem e os finos são transportados em suspensão para locais mais distantes.

Tabela 2 – Granulometria dos sedimentos no perfil transversal 1 nas feições morfológicas

Perfil Transversal 1	Local	Depósito de sedimentos %				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P. 1	Barra lateral	---	2,80	95,00	1,45	0,75
P. 2	Cordão Marginal	---	1,45	68,40	28,00	2,15
P. 3	Dique marginal	---	2,70	31,95	59,80	5,55
P. 4	Mata ciliar	1,65	1,70	3,05	88,20	5,40

O perfil transversal 2 possui 578 m de comprimento na margem direita, encontra-se com mata ciliar preservada, o leito do rio Paraguai possui aproximadamente 220m, com ocorrência de barra submersa, na margem esquerda convexa possui uma barra de sedimentos, na sequência o cordão marginal recoberto por gramíneas e vegetação rasteira, seguindo por um dique estabilizado apresentando vegetação rasteira e esparsa, registra-se a ocorrência de um canal secundário após o dique marginal e finalizando o perfil com a mata ciliar que se encontra com o rio do outro lado (Figura 4).

Em relação à granulometria no perfil transversal 2, na barra lateral houve predominância de areia fina (95%), no cordão marginal (64,30%), dique marginal (76,30%) e na mata ciliar (70,15%) ocorreu a predominância de silte. Porém registrou-se porcentagem significativa de areia fina nos três pontos. Em todos os pontos foi registrada uma pequena quantidade de areia grossa (Tabela 3).

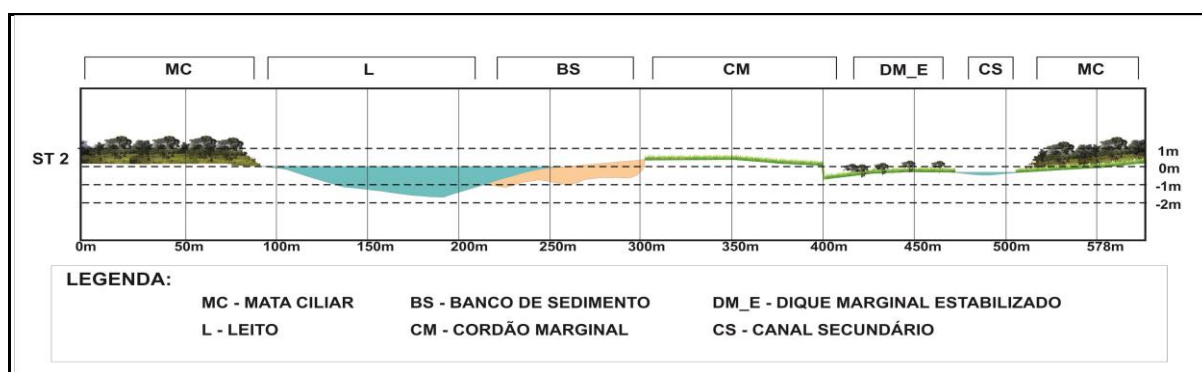


Figura 4 – Perfil transversal 2 na Baía da Palha no rio Paraguai

Tabela 3 – Granulometria dos sedimentos no perfil transversal 2 nas feições morfológicas

Perfil Transversal 2	Local	Depósito de sedimentos %				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P. 1	Barra lateral	0,30	3,50	95,00	0,35	0,85
P. 2	Cordão marginal	0,60	3,35	28,05	64,30	3,70
P. 3	Dique marginal	2,60	5,55	11,60	76,30	3,95
P. 4	Mata ciliar	3,50	7,05	15,45	70,15	3,85

Fonte: Dados de análise laboratorial sistematizados em gabinete.

O perfil 3, com 585 metros de comprimento, na margem direita encontra com mata ciliar, em seguida o leito do rio Paraguai com aproximadamente 180 metros de largura, margem esquerda convexa ou, seja, a margem esquerda inicia com estreita faixa de barra submersa, na sequência surge a barra de sedimentos, depois é possível visualizar o cordão marginal recoberto por vegetação rasteira, em seguida registra a ocorrência de um dique estabilizado com vegetação rasteira e esparsa, visualiza a presença de um canal secundário e finalizando o perfil com a mata ciliar (Figura 5).

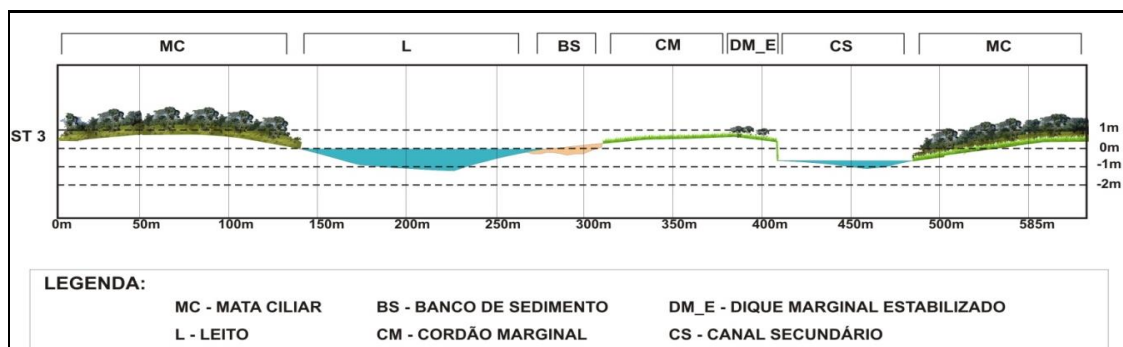


Figura 5 – Perfil transversal 3 na Baía da Palha no rio Paraguai



Para Silva (2007) o fluxo de material particulado, ao encontrar águas com menor velocidade, perde a capacidade de transporte e passa a depositar sua carga. O processo inicia pelas frações de maior diâmetro como seixos e areia grossa. Posteriormente, a areia fina e silte grosso vão se depositar.

Quanto à granulometria de sedimentos no perfil transversal 3, na barra lateral predominou areia fina (92%). No cordão marginal também foi expressiva a presença de areia fina (59,65%) e silte (37,20%). No dique marginal registrou-se maior ocorrência de silte (77,20%). Na mata ciliar ocorreu maior concentração de silte (69,80%), seguido por areia fina 22,00% (Tabela 4).

Tabela 4 – Granulometria dos sedimentos no perfil transversal 3 nas feições morfológicas

Perfil Transversal 3	Local	Depósito de sedimentos %				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P. 1	Barra lateral	0,15	0,45	92,20	6,45	0,75
P. 2	Cordão marginal	---	0,80	59,65	37,20	2,35
P. 3	Dique marginal	---	4,90	13,40	77,20	4,50
P. 4	Mata ciliar	0,30	3,60	22,00	69,80	4,30

Para Fernandez, Santos e Fulfaro (2000) as barras que desenvolvem próximo as margens são resultados da diminuição da energia e alta taxa de deposição. Geralmente são depósitos predominantemente arenosos, porém alta contribuição de material suspenso (silte e argila).

#### 4. Considerações finais

Por meio desta pesquisa foi possível analisar os diferentes ambientes encontrados no trecho que finaliza o perímetro urbano da cidade de Cáceres, a análise granulométrica de sedimentos nesses ambientes, bem como os tipos de sedimentos que o rio Paraguai está transportando e acumulando em suas margens.

O leito do rio Paraguai é de padrão meandrante, apresenta uma grande planície sujeita a inundações. No trecho que serviu de base para a análise foram encontrados em seu percurso barras laterais que se originam da deposição de sedimentos pelo canal fluvial.

Através das seções transversais, o estudo possibilitou identificar quatro tipos de ambientes distintos e que serviram de pontos de coletas de amostras para as análises granulométricas: a barra de sedimentos, o cordão marginal, o dique marginal e a mata ciliar. Estes ambientes apresentaram vegetações do tipo gramíneas e vegetação rasteira (lianas e pepino do mato) nos ambientes mais próximos da água, arbustos como o algodão do mato e o sarã nos ambientes intermediários e árvores de médio porte como o cambará e tarumã na mata ciliar da ilha. As

feições morfológicas classificadas como positivas foram aquelas que estão acima do nível da água, e negativas aquelas que se encontram abaixo do nível da água, no caso dos lagos.

Na baía predominam as barras laterais, com formas que variam de alongadas a semicirculares, a maior delas mediu  $24.823,34\text{m}^2$ , além de cordões marginais decorrentes da dinâmica de deposição do rio Paraguai com  $33.190,40\text{m}^2$ , e a ilha que apresenta uma diversidade de árvores e arbustos que abrange da margem esquerda do rio à baía da Palha, com uma área medindo  $253.668,21\text{m}^2$ .

Os resultados obtidos da análise granulométrica mostram que no primeiro ambiente (barra de sedimento) das três seções predominam a areia fina, diferenças notáveis podem ser notadas na seção 2, que apresentou percentagem baixa de areia fina em comparação com as outras seções, isso se explica pelo fato de que o cordão marginal da seção 2 é o que mais se aproxima da margem do rio, desta forma substituída por grande quantidade de silte. Outro fato importante ocorre na mata ciliar da seção 1, que quase não apresentou o sedimento de areia fina e uma quantidade significativa de silte chegando a medir 88,20%.

## 5. Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS –ANA (2004). Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai: programa de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. Relatório final. Brasília: ANA/GEF/PNUMA/OEA. Disponível em [http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes\\_2004.asp](http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes_2004.asp). Acesso em: 20 jan. 2015.
- ANDRADE L. N. P. da S.; LEANDRO, G. S.; SOUZA, C. A. (2013) Geoformas deposicionais e sedimentos de fundo na foz da baía Salobra confluência com o rio Paraguai Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n. 2, p. 253-270, 2013.
- BAYER, M.; ZANCOPÉ, M. H. C. (2014) Ambientes sedimentares da planície aluvial do rio Araguaia. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 2003-220.
- BIGARELLA, J. J. (2003) Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Vol. 3. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- BÜHLER, B. F. (2011). Qualidade da água e aspectos sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraguai no trecho situado entre a baía do Iate e a região do Sadao, município de Cáceres (MT), sob os enfoques quantitativos e perceptivos. Dissertação (Mestrado). UNEMAT.
- CARVALHO, N. O. (1994) Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: CPRM.
- CARVALHO, T. M. (2009) Avaliação do transporte de carga sedimentar no médio rio Araguaia. Revista Geosul, v. 24, n. 47, p.147-160.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1977) Geomorfologia. São Paulo: Hucitec.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1981) Geomorfologia fluvial. São Paulo: Edgard Blücher.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1997). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Segunda Versão do Sistema brasileiro de classificação de Solos. Brasília: Embrapa. Produção de informações/Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- EPELBAUM, M. A (2004) influência da gestão ambiental na competitividade e no sucesso empresarial. 2004. 190 f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, USP, São Paulo.

- FERNANDEZ, O. V. Q.; SANTOS, M. L.; FULFARO, V. J. (2000) Caracterização e distribuição dos sedimentos de fundo do rio Paraná em Porto Rico (PR). *Ciência Geográfica*, Bauru, v. VI, n. I, p. 25-32.
- GRIZIO, E. V.; SOUZA FILHO, E. E. (2010) As modificações do regime de descarga do rio Paraguai Superior. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 11, n. 2, p. 25-33.
- KUERTEN, S.; SANTOS, M. L.; SILVA, A. (2009). Variação das características hidrossedimentares e geomorfologia do leito do rio Ivaí – PR, em seu curso inferior. *Geociências*, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 143-151.
- LANA, C. E.; CASTRO, P. T. A. (2008). Análise sedimentológica e de proveniência de sedimentos fluviais nas cabeceiras do rio das Velhas, município de Ouro Preto. *MG. Rev. Esc.*, Ouro Preto, v. 61 (1), p. 63-68.
- LEANDRO, G. S.; SOUZA, C. A.; NASCIMENTO F. R. (2014). Sedimentos de fundo e em suspensão no corredor fluvial do rio Paraguai, pantanal norte mato-grossense, Brasil. *Boletim Goiano, Geografia* (online), Goiânia, v. 34, n. 2, p. 195-214.
- MIALL, A. D. (1996). *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. New York: Springer-Verlag,
- MORAIS, R. P.; AQUINO, S.; LATRUBESSE, E. M. (2008). Controles hidrogeomorfológicos nas unidades vegetacionais da planície aluvial do rio Araguaia, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 30, n. 4, p. 411-421.
- SANTOS, M. L.; STEVAUX, J. C.; GASPARETTO, N. V. L.; SOUZA FILHO, E. E. (2008). Geologia e geomorfologia da planície aluvial do rio Ivaí em seu percurso inferior. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Maringá, v. 9, n. 1, p. 23-34.
- SILVA, A. (2006). Padrões de canal do rio Paraguai na região de Cáceres-MT. Dissertação (Mestrado em Geografia). UEM, Maringá.
- SILVA, S. A. (2007) Avaliação do assoreamento do lago Bonsucesso, Jataí – GO. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E.; CUNHA, S. B. (2008). Padrões de canal do rio Paraguai na região de Cáceres (MT). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 38, n. 1, p. 167-177.
- SILVA, E. S. F.; SOUZA, C. A.; LEANDRO, G. R. S.; ANDRADE, L. N. P. S.; GALBIATI, C. (2012). Evolução das feições morfológicas do rio Paraguai no Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, n. 4, p. 435-442.
- SILVA, F. C.; FREITAS, I. J.; CRUZ, J. S. B.; OLIVEIRA, M. A. P.; ANDRADE, L. N. P. da S.; SOUZA, C. A. (2013). Rio Paraguai no Pantanal de Cáceres, Mato Grosso: feições morfológicas e deposição de sedimentos. *Revista Mato-Grossense de Geografia*, Cuiabá, n. 16, p. 39-60.
- SOUZA, C. A. (2004). Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiaimã-MT. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SOUZA, C. A.; SOUSA, J. B.; FERREIRA, E.; ANDRADE, L. N. P. S. (2012). Sistema hidrográfico do rio Paraguai, MT. In: SOUZA, C. A. (Org.) *Bacia hidrográfica do rio Paraguai, MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental*. São Carlos: Editora Cubo.
- SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. (2013). Mudanças na calha fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiaimã – Mato Grosso. *Revista GeoPantanal*, Corumbá, 8 (14), p. 9-26.
- SUGUIO, K. (1973) *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher/EDUSP.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. (1990). *Ambientes Fluviais*. 2. ed. Florianópolis: Ed. UFSC/UFPR.

## **PANTANAL: MORFOLOGIA E PROCESSO DE SEDIMENTAÇÃO NO RIO PARAGUAI ENTRE A FAZENDA SANTO ANTÔNIO DAS LENDAS E A ILHA DE TAIAMÃ, MATO GROSSO, BRASIL**

C. A. de Souza <sup>(a)</sup>, N. M. Bindandi <sup>(b)</sup>, L. N. P. S. Andrade <sup>(c)</sup>, J. B. Sousa <sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento de Geografia Campus de Cáceres -Universidade do Estado de Mato Grosso  
celiaalvesgeo@globocom

<sup>(b)</sup>Rede Publica Municipal de Cáceres  
nadiamicheli@hotmailcom

<sup>(c)</sup>Departamento de Geografia, Campus de Colíder -Universidade do Estado de Mato Grosso  
leilaandrade@unematbr

<sup>(d)</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado Mato Grosso – IFMT  
jubertobabilonia@yahoocombr

### **Resumo**

O presente estudo teve por objetivo avaliar a morfologia do canal do rio Paraguai e processo de sedimentação no trecho entre a fazenda Santo Antônio das Lendas e a ilha de Taiamã, município de Cáceres, no pantanal Mato Grossense. Para confecção dos mapas utilizou-se as imagens das órbitas/ponto: 227-71 e 227-72, de 2013, no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). E ainda o software Spring (INPE) versão 4.3.3, para realizar os seguintes procedimentos: correção geométrica, georreferenciamento, contraste, composição colorida (RGB) e recorte. No segmento avaliado apresentou 17 barras de sedimentos. Nesse trecho o Pantanal se faz presente com uma extensa área de planície inundada, fator este que limita a ação humana sendo, portanto a navegação é atividade que contribui para a remoção de material e sedimentação do canal.

**Palavras-chave:** Rio Paraguai, Pantanal, sedimentação, uso.

### **1. Introdução**

De acordo com Souza e Sousa (2009), o Pantanal é um importante complexo paisagístico caracterizado pelo alagamento de 140.000 km<sup>2</sup> que envolve terras dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Considerado a maior planície alagável continua do mundo, a região pantaneira é plana, com altitudes que não ultrapassam 200 m acima do nível do mar e declividade quase nula o que favorece as inundações ao longo do rio Paraguai.

O rio Paraguai tem grande importância ambiental e econômica para o Brasil e para América Platina. Conforme BRASIL (1982) o alto curso deste rio é denominado de Bacia do Alto Paraguai (BAP), e possui uma área total de aproximadamente 496.000 km<sup>2</sup>, sendo que 396.800 km<sup>2</sup> pertencem ao Brasil e 99.200 km<sup>2</sup> estão em territórios da Bolívia e do Paraguai. Este trecho inclui importantes biomas como o Cerrado e o Pantanal.

De acordo com Souza (2004), Souza e Sousa (2009), Souza *et al* (2012), Silva (2011) e Silva (2012), as águas do rio Paraguai estão sendo navegadas por modernas e potentes embarcações que dinamizam a economia local favorecendo o turismo, a pesca e o transporte de grãos. São

chatas, lanchas, chalanas, barcos-hotéis e barcos pra pesca que viabilizam a mobilização de pessoas e diversos produtos entre diferentes regiões do país e da América platina.

A navegação por embarcações com motores potentes impactam diretamente as margens, acelerando o processo natural da dinâmica fluvial de erosão e deposição. Conforme Souza et al (2004) a navegação tende a acelerar a ação erosiva provocada pela força da água, uma vez que a potencializa quando propulsiona ondas que surgem em virtude dos impulsos realizados pelos motores das embarcações. Ao encontrar as margens essa água solapa os barrancos arrancando sedimentos, partes desses sedimentos vão se acumulando no leito do rio e com o tempo causam o assoreamento do canal.

Conforme Christofolletti (1980), os tipos de canais correspondem ao modo de se padronizar o arranjo espacial que o leito apresenta ao longo do rio. Os canais meândricos são aqueles em que os rios descrevem curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si, através de um trabalho contínuo de escavação da margem côncava e deposição na margem convexa sendo, portanto, esta a explicação para a maior ocorrência de barras laterais.

As barras laterais ou de meandros consistem na acumulação de sedimentos relativamente grosseiros no lado interno do canal meandrante. De acordo com Suguio e Bigarella (1990) as barras de meandros estão ligadas ao padrão de fluxo num canal meandrante, sendo que a maior intensidade e velocidade do fluxo ocorrem na margem côncava e íngreme e diminui junto à margem convexa onde estão as barras de meandro. É assim que se formam as fácies designadas por barra em pontal ou barra de meandro.

O objetivo desta pesquisa consistiu em averiguar a morfologia do canal do rio Paraguai e sua sedimentação no trecho entre a fazenda Santo Antônio das Lendas e a ilha de Taiamã, município de Cáceres, no Pantanal Matogrossense, Brasil. Discutindo os possíveis fatores que vem contribuindo para essa sedimentação, em especial a navegação e, também verificar se a navegação está sendo afetada pela sedimentação do canal.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Área de estudo**

A área desta pesquisa compreende um trecho do rio Paraguai entre a fazenda Santo Antônio das Lendas e a ilha de Taiamã no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil (Figura 1).

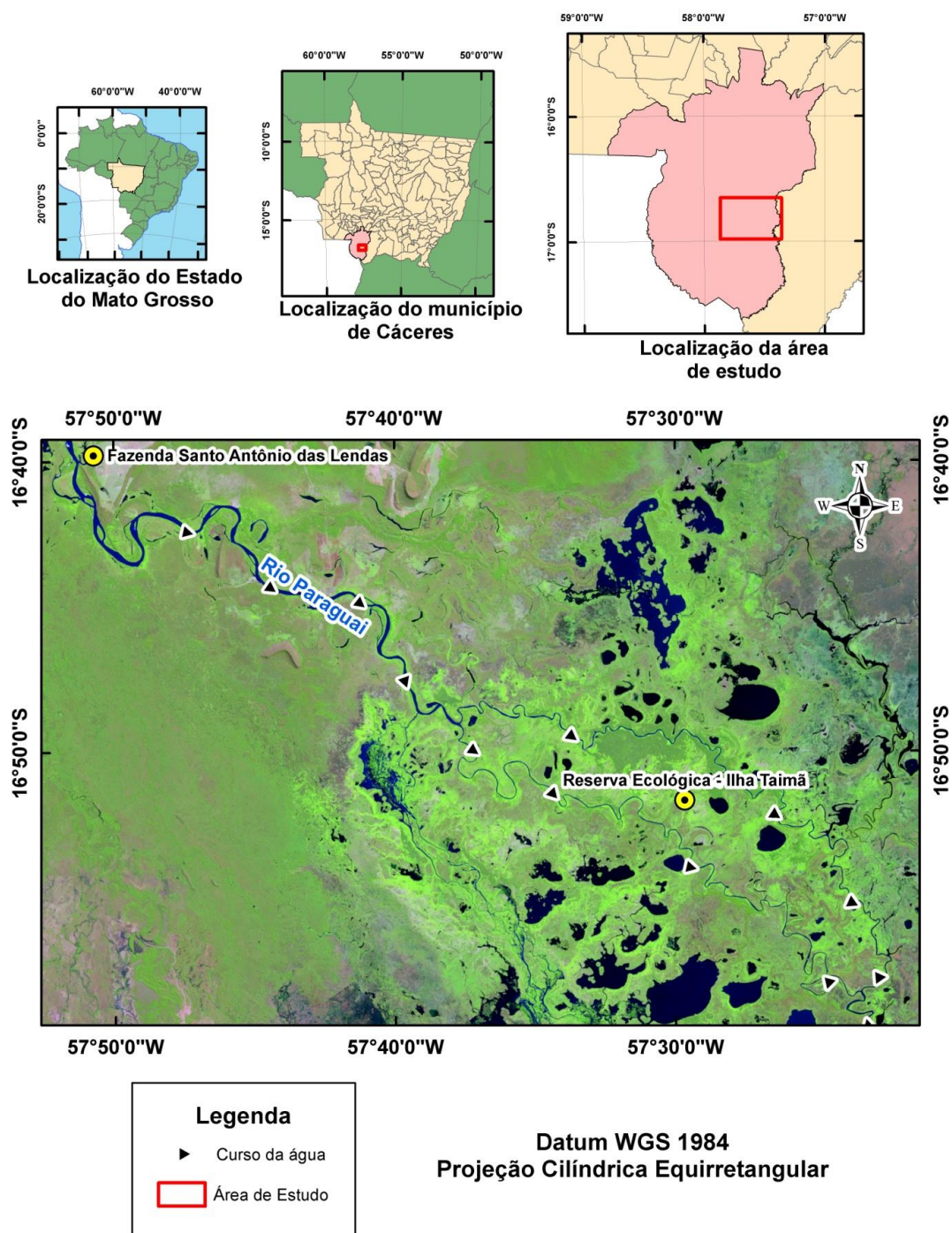


Figura 1 – Localização da área de estudo compreendida entre a fazenda Santo Antônio das Lendas e o final da bifurcação da ilha de Taimã, município de Cáceres, Mato Grosso, 2013.

## 2.2. Procedimentos metodológicos

### 2.2.1. Revisão teórica e conceitual

Para elaboração deste trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica, com ênfase nas informações nos trabalhos desenvolvidos sobre dinâmica fluvial, morfologia do canal, impactos ocorridos na bacia do Alto Paraguai e navegação no rio Paraguai. São exemplos: Bülher (2011), Souza

(2004), Silva et al (2006), Silva (2011) Silva (2012), Souza e Sousa (2009) e Souza et al (2012), Ponce (1995) foram imprescindíveis para a elaboração deste estudo.

### 2.2.2. Elaboração dos Mapas dos Segmentos

Os mapas dos segmentos foram elaborados a partir da imagem de satélite na escala de 1:100.000, sendo definidas três etapas, descritas abaixo:

- ✓ **Etapla 01-Aquisição das imagens-** Partindo da definição da área estudada foi iniciada a aquisição das imagens de satélite das órbitas/ponto: 227-71 e 227-72, de 2013, no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), gratuitamente, mediante cadastro.
- ✓ **Etapla 02-Processamento Digital de Imagens-** Após a aquisição das imagens orbitais, estas foram incorporadas ao software Spring (INPE) versão 4.3.3, para correção geométrica, georreferenciamento, contraste, composição colorida (RGB) e recorte.
- ✓ **Etapla 03- Elaboração de mapa e acabamento cartográfico-** De posse da imagem com composição colorida, foi utilizado o Software ArcGIS versão 9.2, para elaboração do mapa temático, definição do Grid, acabamento cartográfico e por fim exportação em formato JPG.
- ✓ **Etapla 04- Obtenção das áreas das barras e morfologia do canal-** Para obter informações sobre áreas das barras de sedimentos e para identificar a morfologia dos canais (meandrante e retilíneo), usou no *software* ArcGis 9.3 utilizando as ferramentas da extensão ArcMap e do arcCatalog.

### 2.2.3. Padrão de drenagem

O índice de sinuosidade, conforme Christofletti (1980), representa a relação entre o comprimento do canal e o comprimento do eixo no vale. Para ser considerado meândrico esse índice deve ser igual ou superior a 1,5. Para isso, segue-se a seguinte fórmula:

$$IS = \frac{CV}{CR}$$

Para verificar o canal retilíneo, utilizaram-se as técnicas propostas por Christofletti (1980) e Cunha (2008), que afirmam que a extensão do canal reto em qualquer rio será de, no máximo, dez vezes o tamanho da largura no referido trecho, sendo, portanto extremamente raros na natureza.

A largura maior foi obtida a partir da observação das imagens do Google Earth (2013) e medida com a ferramenta régua (opção linha) que este programa disponibiliza. Após ser detectada a maior largura do rio, esta foi multiplicada por 10, (L x10).

### 2.2.4. Sedimentação

A sedimentação no rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Baía Infinita foi detectada com base na presença de barras de sedimentos através do Google Earth (2013). As imagens de satélites na escala de 1: 5.000 permitiram identificar, localizar e medir o tamanho desses bancos de sedimentos no período de estiagem, época em que os bancos de sedimentos ficam expostos.

Para verificar o comprimento e largura das barras de sedimentos, largura do rio, foi utilizada a ferramenta régua, opção linha e caminho, do Google Earth. Para obter área em m<sup>2</sup> das barras de sedimentos utilizou a fórmula: C X Lm (Comprimento X Largura média).

## 3. Resultados e discussão

A área de estudo adotada por esta pesquisa abrange aproximadamente 159 km de extensão. O desenvolvimento da pesquisa permitiu diagnosticar o padrão do canal e as feições deposicionais (barras centrais e laterais) na calha do rio Paraguai no segmento como exposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Apresentação das principais características identificadas em cada segmento do rio Paraguai no trecho entre a fazenda Santo Antônio das Lendas e a Baía Infinita, município de Cáceres.

Segmento	Características
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canal meandrante (curvas sinuosas, erosão da margem côncava e deposição na margem convexa, maior profundidade da margem côncava);</li> <li>- ocorrência de ilhas devido o rompimento do colo do meandro;</li> <li>- bifurcação do canal na Ilha de Taiamã;</li> <li>- vasta planície de inundação nas duas margens com feições morfológicas (lagoas, baías, canais secundários e ilhas);</li> <li>- vegetação ciliar preservada;</li> <li>- a navegação é a ação antrópica mais atuante;</li> <li>- Ocorre a predominância de barras laterais na margem convexa, sendo 14 barras laterais e 3 barras centrais.</li> </ul>

De acordo com Christofolletti (1980) e Cunha (2008) nos canais meandrantos a margem côncava é mais profunda devido ao trabalho erosivo da velocidade do fluxo se concentrar neste ponto e a convexa é mais rasa por conta da deposição de sedimentos que aí ocorre.

A dinâmica fluvial de erosão e deposição de sedimentos é algo natural em todos os tipos de canais fluviais. A água é um agente erosivo nos ambientes onde atua. Entretanto, ações antrópicas na bacia hidrográfica do rio Paraguai, como a navegação e no seu entorno como a agricultura, pecuária e a urbanização tendem a acelerar esse processo de erosão e sedimentação.

### 3.1. Morfologia e Sedimentação no rio Paraguai entre a Fazenda Santo Antônio das Lendas e o final da bifurcação da ilha de Taiamã



A planície de inundação apresenta-se nas duas margens do rio. A partir do início da bifurcação do canal da Ilha de Taiamã a área de planície de inundação atinge até 20 km de extensão nas duas margens. Dentre as feições morfológicas que caracterizam esta planície estão baías, corixos, braços, lagoas e furados.

Várias ilhas fluviais são observadas neste trecho, destacando-se a ilha de Taiamã, que é circundada pelo rio Paraguai à direita e pelo Bracinho à esquerda, com área aproximada de 11.000 ha. Cerca de 90% desta área é alagada ou sujeita à inundação no período de estiagem (abril a setembro). Observam-se lagoas esparsas recobertas, quase totalmente, por capim ou vegetação flutuante (SOUZA, 2004, p. 54).

Nesse segmento estudado o canal principal e seu afluente Bracinho são meandantes (Figura 2). O índice de sinuosidade neste trecho é de 1,68 no canal principal e 1,56 no Bracinho.

No entorno ocorrem múltiplos canais, sendo que na margem esquerda os canais não possuem um sentido definido, mas na margem direita os cursos de água correm paralelos. Neste trecho registra a presença de várias lagoas, sendo abastecidas pelo lençol freático e pelo transbordamento. A origem desse ambiente foi associada a perda do controle estrutural da Província Serrana (Dobramentos Antigos do Alto Paraguai) e a diminuição da declividade do terreno. O leito do rio Paraguai muda sua direção de Norte/Sul para oeste para leste

A baixa declividade em relação à calha do rio Paraguai e seu entorno possibilitam o transbordamento do fluxo no período de cheias abastecendo e originando novos canais secundários. A presença os múltiplos canais e lagoas na planície de inundação contribuem para diminuição do fluxo no canal principal. Assim, não é recomendado o tráfego de grandes embarcações, inviabilizando a implantação de hidrovias.

De acordo com Souza (2004), neste trecho, o rio Paraguai atinge os terrenos inundáveis do Pantanal, sendo a bifurcação no canal principal fator neste processo, pois córregos e pequenos cursos de água, na maioria das vezes, não alcançam o canal principal e deságuam em baías e lagoas, ou espraiam-se na planície, contribuindo para formar a área de Pantanal. Sendo assim, as águas e sedimentos dispersos pelo rio e por pequenos cursos d'água nutrem e mantêm as diversas feições morfológicas da planície de inundação, inclusive as lagoas maiores. A maior lagoa está situada na altura da ilha de Taiamã e tem mais de 2,5 km de comprimento e largura de mais de 5 km. Neste segmento a vegetação ciliar encontra-se preservada, o que pode estar relacionado a presença da Estação Ecológica de Taiamã e as inundações da planície, que limita a atuação humana neste espaço.

Neste segmento de estudo a atividade antrópica atuante é a navegação, a qual vem contribuindo progressivamente para a erosão e sedimentação do canal fluvial. A sinuosidade do rio, neste

trecho é diretamente impactada por grandes embarcações que desafiam os limites impostos pelas curvas, contribuindo para a ocorrência de bancos de sedimentos no rio.

Conforme Souza (2004), o padrão meandrante que o rio Paraguai apresenta neste trecho é caracterizado por margens côncavas onde o canal é mais profundo, com erosão mais intensa e margens convexas onde os sedimentos são depositados, tornando o leito raso e formando os bancos de areia, alternando então processos naturais de erosão, transporte e deposição em virtude da variação periódica do nível d'água.

Foram diagnosticadas barras de sedimentos centrais e laterais (Figura 2, Quadro 2). Entretanto, a quantidade de barras centrais foi inferior ao comparar a outros trechos a montante no rio Paraguai, haja vista a maior tendência dos canais meandricos de apresentarem barras laterais.

A largura do rio diminui a partir de 16°49'S e 57°37' W em função da bifurcação do rio para formar a Ilha de Taiaimã. A largura do canal secundário nos trechos em que aparecem bancos de sedimentos varia entre 52 e 73 m. Ilhas de aparência estreita e comprida são comum neste trecho do rio Paraguai, sendo a de Taiaimã a maior e mais expressiva de toda a área de estudo. Foram detectadas 17 barras de sedimentos no rio Paraguai neste segmento, sendo 14 laterais e 3 centrais. O tamanho dessas barras variou entre 132 e 26.675 m<sup>2</sup>. O comprimento das barras variou entre 28 e 526 m. As barras de sedimentos B1, B2, B3, B4 e B5 são as maiores e encontram-se antes da bifurcação do canal. As barras B1, B4 e B5 estão situadas na ponta de ilhas fluviais e as B2 e B3 estão distribuídas na curva de meandros. Após a bifurcação, tanto no canal principal quanto no Bracinho as barras de sedimentos são menores (Figura 1, Quadro 2).

Embora as barras laterais existentes no rio Paraguai apareçam em quantidades relevantes são menores do que aquelas localizadas a montante. A diminuição da dimensão dessas barras de sedimentos neste trecho pode estar relacionada à grande dispersão de sedimentos rumo à planície de inundação.

As três barras centrais bem visíveis neste trecho estão situadas nas ilhas fluviais (Quadro 2 e Figura 2). Das barras de sedimentos encontradas após a bifurcação do canal na Ilha de Taiaimã somente as barras 6, 7 e 8 estão situadas no canal principal. As demais se encontram no canal secundário denominado Bracinho. Esses dois canais apresentam a mesma distância do início ao fim da bifurcação, são aproximadamente 59 km de extensão. A variação da largura do canal principal do rio oscila entre a menor 38 m e a maior 118 m e, do Bracinho entre a menor 44 m e a maior 124 m, sendo, portanto os dois utilizados para navegação (Quadro 2).

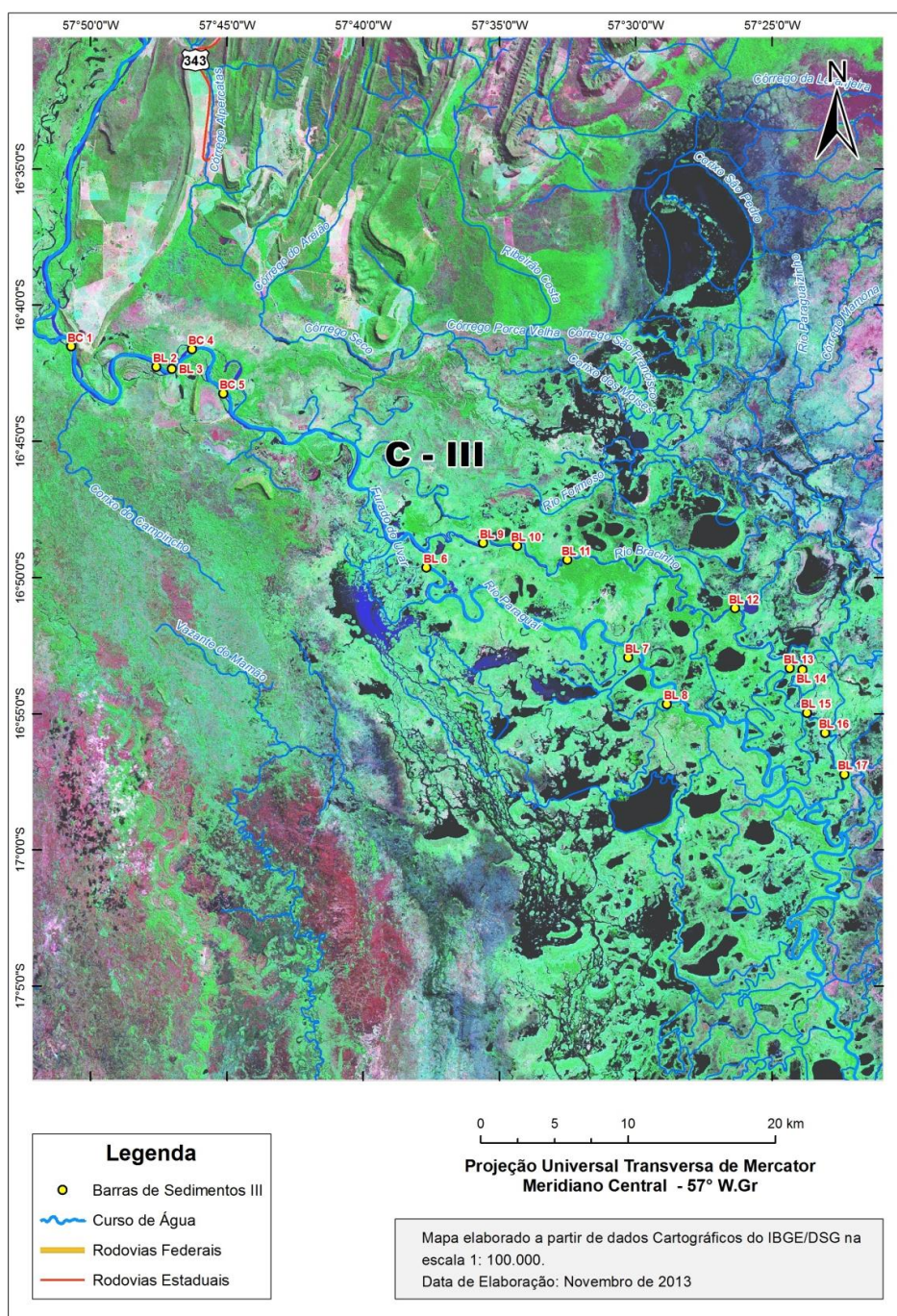


Figura 2 – Localização do Segmento entre a fazenda Santo Antônio das Lendas e o fim da bifurcação da Ilha de Taiamã, município de Cáceres, 2013.

De acordo com o relatório da WWF (2001), no trecho em que o canal principal se divide para formar a Ilha de Taiamã, a navegação com embarcações maiores, como os comboios de chatas são significativamente impactantes ao ambiente fluvial do rio Paraguai, principalmente quando o nível da água está mais baixo.

No segmento o rio Paraguai exibe uma margem côncava, de escavação e outra convexa, de deposição. Conforme Souza *et al* (2012) a margem côncava é a mais profunda, devido a intensa

erosão da água motivada pela velocidade e pela força do fluxo que vai deixando o local cada vez mais profundo. Dessa forma, buscando efetivar o percurso, as embarcações são direcionadas à margem côncava mesmo nas curvas mais restritas.

Quadro 2 – Sedimentação no rio Paraguai entre a Fazenda Santo Antônio das Lendas e o fim da bifurcação da Ilha de Taiamã, município de Cáceres (MT), 2014.

Tipo de barra		Coordenadas geográficas		Tamanho da barra		Área m <sup>2</sup>	Largura do rio (m)
		Latitude Sul	Longitude Oeste	Compr. (m)	Largura máxima (m)		
B1	Central	16° 41' 31"	57° 50' 41"	122	39	3.863	500
B2	Lateral (m. d.)	16° 42' 16"	57° 47' 35"	526	95	26.675	259
B3	Lateral (m. e.)	16° 42' 21"	57° 47' 01"	317	69	7.150	200
B4	Central	16° 41' 37"	57° 46' 16"	207	43	4.519	298
B5	Central	16° 43' 14"	57° 45' 07"	213	55	8.307	360
B6	Lateral (m. e.)	16° 49' 38"	57° 37' 40"	36	6	132	52
B7	Lateral (m. e.)	16° 52' 56"	57° 30' 17"	49	5	196	68
B8	Lateral (m. e.)	16° 54' 39"	57° 28' 51"	37	9	252	53
B9	Lateral (m. e.)	16° 48' 44"	57° 35' 36"	28	6	130	59
B10	Lateral (m. e.)	16° 48' 49"	57° 34' 21"	92	9	690	72
B11	Lateral (m. e.)	16° 49' 21"	57° 32' 30"	45	9	307	67
B12	Lateral (m. d.)	16° 51' 08"	57° 26' 21"	75	10	517	65
B13	Lateral (m. e.)	16° 53' 20"	57° 24' 21"	65	20	780	73
B14	Lateral (m. d.)	16° 53' 23"	57° 23' 53"	44	10	264	68
B15	Lateral (m. e.)	16° 54' 58"	57° 23' 44"	51	16	459	55
B16	Lateral (m. d.)	16° 55' 42"	57° 23' 03"	82	14	779	65
B17	Lateral (m. d.)	16° 57' 14"	57° 22' 21"	69	20	883	63

Por fim, nesse segmento, a navegação se destacou como a atividade antrópica mais atuante e que a que mais vem contribuindo para a sedimentação do rio Paraguai neste trecho.

#### 4. Considerações finais

Percebe-se que a área de estudo está ainda relativamente conservada em sua configuração original. No entanto, a sedimentação no rio Paraguai está sendo significativamente aumentada devido a navegação. A movimentação da água motivada pelos motores das embarcações tem resultado na aparição de inúmeros bancos de sedimentos dentro do canal, os quais dinamicamente vêm se formando e transformando a paisagem do rio Paraguai.

Nesse sentido, o rio Paraguai apresenta intensa sedimentação na forma de barras laterais e centrais. Cada padrão de canal tem uma dinâmica fluvial específica que contribui para a sedimentação, entretanto, atividades antrópicas desenvolvidas no entorno, como a pecuária, a urbanização e edificações e, dentro do canal, como a navegação, aceleram esse processo, ocasionando maior erosão no canal e, portanto, maior sedimentação.

## 5. Referências bibliográficas

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. (1982). Levantamento dos recursos naturais. Rio de Janeiro, 448 p. Folha SD 20-21 Cuiabá.
- BÜHLER, B.F. Qualidade da água e aspectos sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraguai no trecho situado entre a Baía do Iate e a região do Sadao, município de Cáceres (MT), sob os enfoques quantitativos e perceptivos. (2011). Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais – Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT. Cáceres.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980). Geomorfologia. São Paulo: Editora Blucher.
- CUNHA, S. B.da.Geomorfologia Fluvial. (2008). In: GUERRA, A.J. T.; CUNHA, S. B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- GOOGLE EARTH – MAPAS. <http://mapas.google.com>. Consulta realizada entre maio e outubro de 2013.
- PONCE, V. M. (1995). Impacto Hidrológico e Ambiental da Hidrovia Paraguai/Paraná no Pantanal Matogrossense. Um estudo de referencia. San Diego: San Diego State University.
- SILVA, A.; ASSINE, M. L.; SOUZA FILHO, E. E. de.; CUNHA, S. B. da.; ZANI, H. (2006). Compartimentação Geomorfológica do rio Paraguai na borda norte do Pantanal, município de Cáceres, MT. Anais 1º Simpósio de geotecnologiasno Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11 – 15 novembro de 2006. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 257-264.
- SILVA, E. S. F. (2012). Dinâmica fluvial do rio Paraguai no segmento entre Furado do Touro e Passagem Velha, Pantanal de Cáceres - Mato Grosso. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais – Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT. Cáceres.
- SILVA, R. V. da. (2011).Uso e ocupação da margem esquerda do rio Paraguai e a percepção ambiental de usuários do município de Cáceres, Mato Grosso. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT: Cáceres.
- SOUZA, C. A. de. (2004). Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da Ilha de Taiamã-MT. Tese de Doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- SOUZA, C. A. de.; SOUSA, J. B. de. (2009). Estudos Geoambientais na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai – MT. Cáceres-MT: Editora Unemat.
- SOUZA, C. A.; SOUZA, J. B. de.; CABRAL, I. de. L. L.; PIERANGELI, M. A. P.; MIRANDOLA, P. H. (2012). Ambiente do Corredor Fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã – MT. In: SOUZA, C. A. de. Bacia Hidrográfica do rio Paraguai – MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental. p. 23 – 37. São Carlos: Editora Cubo.
- SUGUIO, K.; Bigarella, J. J. (1990). Ambientes fluviais. 2ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC: Editora da Universidade Federal do Paraná.
- WWF. (2001). Retrato da Navegação no Alto rio Paraguai. Relatório da expedição técnica realizada entre os dias 3 e 14 de novembro de 1999, no rio Paraguai, entre Cáceres (MT) e Porto Murtinho (MS). Brasília.

## **DINÂMICA HIDROLÓGICA, MORFOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DO CÓRREGO SANGRADOURO NA CIDADE DE CACERES, MATO GROSSO – BRASIL**

J. S. Cruz<sup>(a)</sup>, C. A. Souza<sup>(b)</sup>, A C. Bampi<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento de Geografia Campus de Colíder - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
jeasilcruz@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, Campus de Cáceres- Universidade do Estado de Mato Grosso –  
UNEMAT

celiaalvesgeo@globo.com

<sup>(c)</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais Universidade do Estado de Mato Grosso –  
UNEMAT

auribampi@gmail.com

### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica hidrológica, morfológica e sedimentológica do córrego Sangradouro em decorrência do processo de desenvolvimento urbano de Cáceres. Os procedimentos técnico-metodológicos adotados foram, primeiramente, um levantamento de cunho bibliográfico. Em seguida, utilizou-se de trabalho de campo para observação e para medição das seções transversais e coleta de material de fundo transportado para análise em laboratório. Para medir a largura e a profundidade do canal, foi utilizado ecobatímetro e para a mensuração da velocidade do fluxo, foi empregado o molinete fluviométrico. Para verificar a granulometria dos sedimentos, usou-se o método de pipeta e de peneiramento. Os resultados mostram que o processo de urbanização de Cáceres influenciou no equilíbrio dinâmico dos sistemas fluviais do córrego Sangradouro. Sendo diagnosticada no Sangradouro mudanças morfológicas, hidrológicas e sedimentológicas.

**Palavras-chave:** sistemas fluviais; córrego urbano; expansão urbana.

### **1. Introdução**

Os rios, por muito tempo, constituíram o fator geográfico na determinação das localizações das cidades por expressarem conveniências e vantagens. Concomitantemente às oportunidades, propiciaram o desenvolvimento da prática da pesca e da atividade da agricultura, garantia do abastecimento de água e da alimentação de seus moradores, bem como estabeleceram mobilidade e circulação de informações e ligações econômicas e comerciais, de bases local, regional ou global entre as cidades (UN-HABITAT, 2008. p. 04)

Nas afirmações de Poletto e Laurente (2008), o processo de urbanização advindo de um maior contingente populacional vivendo nas cidades, constitui-se como uma força ambivalente desse processo civilizatório. Em contrapartida trouxe dilemas atinentes ao comprometimento dos ambientes naturais, ou seja, repercutindo em múltiplos impactos ambientais urbanos, sobretudo naqueles voltados aos recursos hídricos (GALLO, 1995; ALVES, 1997; COELHO, 2011; BOTELHO, 2011). A interação rios e cidades torna-se atualmente uma preocupação de cunho

ambiental Cunha; Guerra, (2009) ou, conforme Mendonça, (2001; 2004) preocupação de cunho socioambiental.

Os rios funcionam como canais de escoamento, não somente de água, mas são o principal agente no transporte de materiais e/ou sedimentos intemperizados em suas diferentes formas, sejam materiais dissolvidos em suspensão (de granulação pequena e leve silte/argila) sejam os mais grosseiros (areia e cascalho). Fica evidente que os rios, frente à sua atuação no ambiente, estão além de um simples destino final das águas pluviais, são mais um elemento dinâmico e atuante no processo de erosão, transporte e deposição de sedimentos, mesmo em ambiente urbano (CUNHA, 2010; CHRISTOFOLETTI, 1980).

As mudanças fluviais, sobretudo as de caráter morfológico e/ou de geometrias dos canais, estão associadas ao crescimento urbano nas regiões tropicais, fato esse que vem ocorrendo de forma desordenada. Torna, portanto, a manutenção desse ambiente muito complexa, relacionada com as sucessivas transformações no uso do solo urbano nas cidades, onde a avaliação das mudanças morfológica e/ou geometria do canal nas áreas urbanas contribuem à identificação de pontos críticos, com objetivo de subsidiar projetos de planejamento, restauração e recuperação dos canais (CUNHA, 2010; VIEIRA; CUNHA, 2011).

Algumas pesquisas foram realizadas sobre os efeitos da urbanização de Cáceres nos córregos fluviais urbanos e, dentre elas, podemos destacar: Aguiar (2005); Rosestolato Filho (2006); Campos et al. (2010); Justiniano e Leandro (2010); Souza et al. (2010); Barros e Souza (2012).

Desse modo, O objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica hidrológica, morfológica e sedimentológica do córrego Sangradouro em decorrência do processo de desenvolvimento urbano de Cáceres.

## **2. Material e método**

### **2.1. Área de estudo**

O córrego Sangradouro possui sua nascente principal na serra do Bom Jardim e a serra do Lobo, que compõem a unidade denominada Província Serrana. Percorre áreas de sítios, chácaras e vários bairros de Cáceres até desaguar na baía do Malheiros no rio Paraguai. Localiza-se entre as coordenadas geográficas 16° 20'00" a 16° 08'00" de latitude sul e 57°36'00" a 57° 42'00" de longitude Oeste (Figura 1).



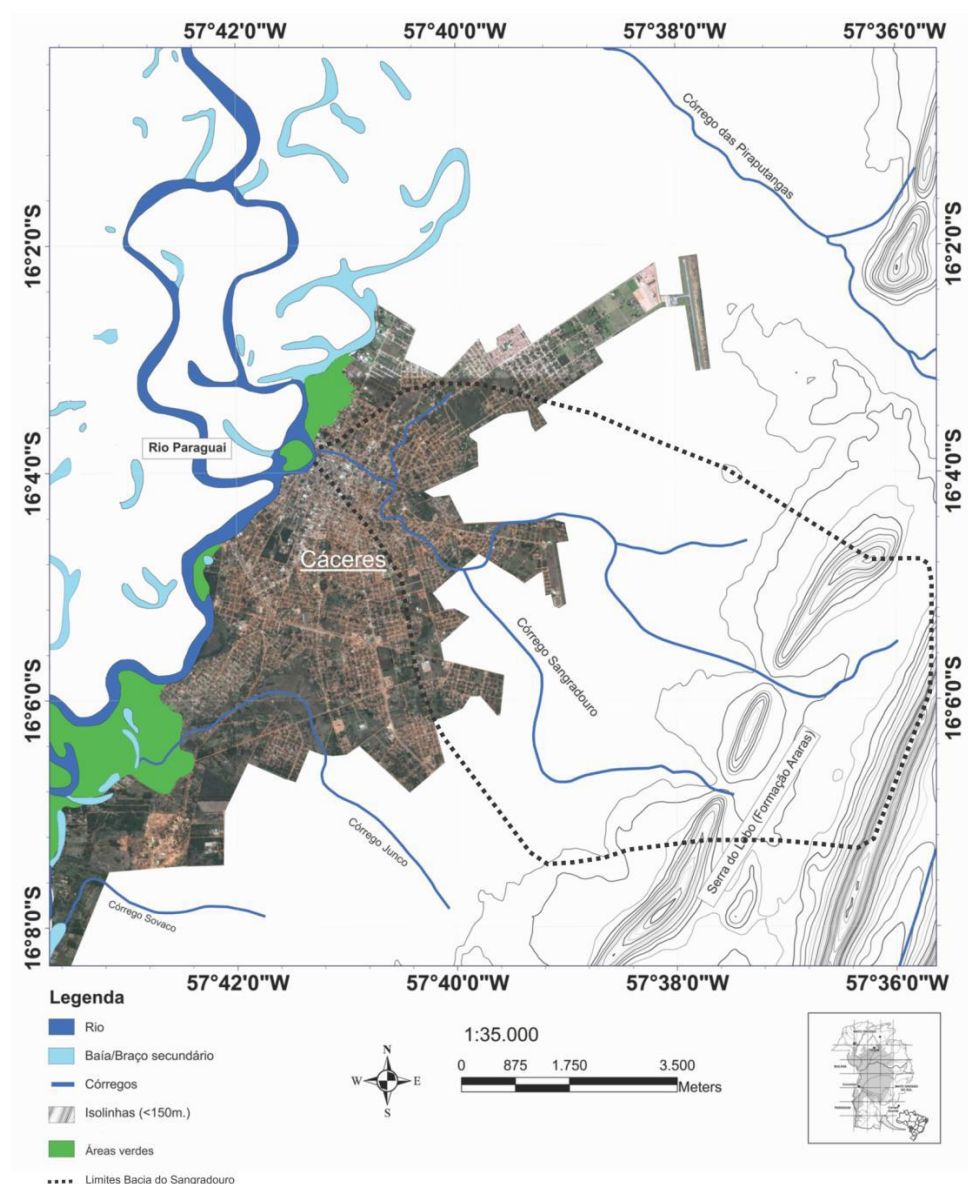


Figura 01- Área de estudo e os pontos de coletas de amostra nos canais urbanos.

## 2.2. Procedimentos técnicos e metodológicos

### 2.2.1. Trabalho de campo

Segundo Ross e Fierz (2005), essa etapa pode ser dividida em três momentos: primeiramente, caracteriza-se pela observação e pela descrição dos fatos de maior precisão possível; a segunda etapa é referente à interpretação de imagens de satélites para construir mapas, e a terceira etapa refere-se à produção de ensaios de campo em experimentos.

Desse modo, em campo foi utilizada a técnica de observação, pois possibilita “um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado” (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 26). Nessa etapa, também utilizamos registros escritos e fotográficos da área de estudo. As



atividades no campo foram desenvolvidas a partir de dois procedimentos: o estabelecimento de proposta metodológica e a coleta de amostra.

### **2.2.2. Análise morfológica dos córregos urbanos em Cáceres**

Os métodos empregados para analisar os comportamentos dos canais e/ou córregos, quanto às suas morfodinâmicas, sobretudo em ambiente urbano, têm sido apresentado em diversos trabalhos, como em Leopold e Maddock (1953), Leopold (1968), Lucas e Cunha (2007), Cunha (2008, 2009, 2010), Galvão (2008) e Vieira e Cunha (2008 e 2011).

Neste estudo, adotamos a proposta metodológica apresentada por Cunha (2008, 2009 e 2010), que indica importantes processos metodológicos nas análises das mudanças dos ambientes fluviais, entendido neste trabalho como as alterações hidrológicas; morfológicas e sedimentológicas. Para este estudo, alguns procedimentos foram traçados:

- ✓ As elaborações dos perfis topográficos foram geradas pelo software Global Mapper 10.01®, com a ferramenta *3D Path Profile/Line of Sight Tool*, à qual é traçado no local desejado e o perfil é gerado automaticamente.
- ✓ Monitoramento da seção transversal de vários pontos do Sangradouro que foram numerados e/ou georreferenciados da montante para jusante;
- ✓ Cada uma das seções transversais consistiu na determinação da largura e profundidade; nível da água e da velocidade do canal e para calcular a área na seção transversal e foi adotada a fórmula:  $A = L \times P$ . Sendo que  $A$  = Área da seção;  $L$  = Largura do canal;  $P$  = Profundidade média;
- ✓ Monitoramento da vazão que utilizou a medição da velocidade do fluxo com o molinete fluviométrico. Para obter o cálculo da vazão, utilizou-se a seguinte fórmula:  $Q = V \times A$ , sendo que,  $Q$  = Vazão;  $V$  = Velocidade das águas;  $A$  = Área.

### **2.2.3. Coletas de amostras (sedimentos)**

Amostras de sedimentos de fundo e em suspensão foram coletadas ao longo do perfil longitudinal dos córregos urbanos.

### **2.2.4. Coleta de material de fundo**

As amostras de sedimentos de fundo coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos de 1kg, e transportadas ao Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) da Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT, onde foi realizado o processo de análise laboratorial.

### **2.2.5. Coleta da carga suspensa**

A carga suspensa foi coletada com um mostrador pontual denominado garrafa de Van Dorn, que consiste em um tubo de PVC com duas extremidades abertas e com as tampas presas a um gatilho, o qual é ativado com o lançamento de um peso (mensageiro). A carga suspensa foi armazenada em garrafas plásticas de um litro. Após a coleta dos sedimentos, as garrafas foram devidamente etiquetadas, constando dados referentes sobre o local, utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS) para marcar as seções.

### **2.2.6. Análise de laboratório**

Essa etapa foi utilizada a partir dos procedimentos, estabelecimento dos métodos de análises:

Método de peneiramento: para o fracionamento das partículas do material de fundo em areia, foi utilizado método de peneiramento (EMBRAPA, 1997, p. 27-31).

Método de pipetagem (dispersão total): para fracionamento do material de fundo determinando, o teor de silte/argila, foi utilizado o método de pipetagem - dispersão total segundo as determinações da (EMBRAPA, 1997, p. 27-31).

### **2.2.7. Análise da carga de sedimentos transportados em suspensão**

A análise da carga em suspensão em g/L em cada ponto foi realizada com o auxílio do método de filtragem e pesagem dos filtros (MELO, 1975). Para quantificar esse material, é separada 1 L de amostra total que será filtrada em cadinho munido de filtro de fibra de vidro de 47 cm de diâmetro e 0,5 mm de abertura da malha (Microfiltro de fibra de vidro de 0,2µm – GF 52-C Ø 47mm).

### **2.2.8. Trabalho de gabinete**

Foram realizados trabalhos de caráter bibliográfico, que, de acordo com Gil (2002) e Marconi e Lakatos (2007), constitui-se de levantamentos de materiais elaborados principalmente por livros e artigos de cunho científico. Esses trabalhos de cunho bibliográfico foram uma importante ferramenta para a construção de um arcabouço teórico conceitual.

## **3. Resultados e discussões**

A bacia do córrego Sangradouro é composta pelo córrego Sangradouro e Lava-pés. Os canais possuem padrão irregular devido à construção de obras de engenharia (retificação, desvio da calha, dragagem e construção de pontes) realizadas em seu leito. O córrego Sangradouro, na

atualidade, não possui calhas bem definidas, os aterramentos efetuados para construção de estradas e de residências contribuíram para mudar sua calha.

No alto curso da bacia, registraram-se alterações significativas no leito, como a construção de represas artificiais para uso de dessedentação do gado, bem como represamento do córrego para abastecimento das propriedades rurais (figura 2).



Figura 02 - Alterações no leito do Córrego Sangradouro no alto curso.

Na seção 2, no médio curso observou várias alterações, tais como a retirada da mata ciliar ao longo do córrego, sendo substituída por pastagem, e a construção de ruas, rodovias, aterros e residências próximas às suas margens.

As superfícies expostas contribuíram para aumentar o escoamento superficial de água pluvial e sedimentos para o leito, provocando mudanças morfológicas e assoreamento do córrego. Conforme Chin (2006), em ambiente tropical úmido, os assoreamentos dos canais estão atribuídos pela produção excessiva de sedimentos e rápida deposição de sedimentos em suspensão em decorrência a baixa competência fluvial.

O bairro Espírito Santo possui uma área deprimida do córrego, que percorre esse trecho e se espalha na planície de inundação no período chuvoso. A Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria de Obras e Infraestrutura Urbana, realizou o alargamento e o aprofundamento na tentativa de drenar o volume de água dessa área (figura 3).



Figura 03 - Canal construído para drenagem da água em área alagada córrego Sangradouro.

O fato de ser uma área de alagamento e/ou sujeita à inundação e com baixa declividade contribui para o processo de sedimentação desses materiais de textura mais fina, silte/argila. Porém, a perda da competência do córrego em transportar esse tipo de material também está correlacionada à variação da distribuição pluviométrica espaço-temporal. No período chuvoso, há um aumento no volume e no fluxo de água, permitindo deslocar esse material fino; porém, no período de estiagem, ocorre a diminuição do volume e do fluxo de água, os quais, associados à perda da declividade, diminuem a competência de transportar sedimentos.

O Córrego Sangradouro foi o principal tronco no qual se estruturou o desenho urbano da cidade e pode ser considerado o sistema fluvial urbano da cidade de Cáceres mais antropizado, se comparado aos outros córregos, em decorrência de sua posição geográfica. No baixo curso, a parte da cidade mais urbanizada (bairro como Cavallhada I e II e a região central), é drenada pelo córrego. O processo de transformação desse córrego e de seu entorno ocorreu desde a fundação da cidade, quando suas margens foram ocupadas, dando lugar para residências, ruas, avenidas, praças públicas (praça da Sematur).

No trecho com maior adensamento de população, o leito apresenta-se bem definido, com um padrão retilíneo e sua seção transversal alterada em função de seu alargamento e profundidade do canal, para melhorar o escoamento da água no período chuvoso (figura 04).





Figura 04 - Córrego Sangradouro no período de estiagem e chuvoso – aumento do volume; velocidade do fluxo e turbidez da água implicando na dinâmica hidrossedimentológica

O padrão da drenagem no baixo curso do córrego Sangradouro foi alterado pelo processo de desenvolvimento urbano da cidade. Tornou-se artificial, com um padrão retilíneo e canalizado a partir da Av. São João até sua foz com a Baía do Malheiros, em sistema de galeria em uma extensão de aproximadamente 1 km, com placas de concretos, com uma seção de 3 x 5 metros; o que, conseqüentemente, favoreceu para a perda da capacidade do canal (figura 05).

Segundo Barros e Souza (2012), o córrego Sangradouro, ao percorrer o baixo curso antes da canalização, apresentava uma faixa de planície de inundação entre 30 a 80 metros de largura, comprovando que a canalização provocou a diminuição da capacidade de vazão do córrego. Com essa diminuição, ocorreram, nos últimos anos, várias inundações à montante da área canalizada no período chuvoso.



Figura 05 - Vista parcial do córrego Sangradouro Canalizado, A) Av. São João; B) Praça Luiz Albuquerque.

Outras alterações são registradas ao longo do perfil longitudinal desse curso d'água, como aterramentos do leito maior para construção de residências e ruas; depósitos de lixo próximos da calha e lançamentos de esgotos, restos de construções e lixo diretamente no canal. Todos os anos realiza-se a dragagem do canal para desobstrução da calha, retirar detritos e vegetação de seu leito.

O processo de degradação desse córrego, mais especificamente em seu baixo curso, é resultado das ações diretas (canalização, impermeabilização do solo, aterro na planície, pontos de estrangulamentos, lançamento de esgoto *in natura*) (BARROS; SOUZA, 2012).

Nas três seções transversais monitoradas no córrego, verifica-se o aumento da capacidade de montante para jusante. A primeira seção está localizada no bairro do Lobo, em uma área rural com pequenas e médias propriedades. A capacidade do canal é de 2,51m<sup>2</sup>; no perímetro urbano, na segunda seção, a capacidade do canal aumenta para 15,49 m<sup>2</sup>; e na terceira, próxima à área central, aumenta para 31,20 m<sup>2</sup> (quadro 1).

Quadro 01 - Seções transversais do Córrego Sangradouro.

Córrego Sangradouro	Larguras (m)	Profundidade média (m)	Capacidades do canal (m <sup>2</sup> )
Seção 1	4,65	0,54	2,51
Seção 2	11,74	1,32	15,49
Seção 3	13,00	2.40	31,20

As constantes dragagens realizadas no córrego Sangradouro contribuíram para mudar as características e a capacidade do canal, como demonstrado na seção 3. Verifica-se, porém, que, mesmo com a realização de atividades para desobstrução do canal, não ocorre o aumento da eficiência do fluxo, pois, ao longo do perfil longitudinal do córrego, houve a redução da calha pela canalização, aterros e construção de pontes e manilhamento (figura 06).

As análises da composição granulométrica dos sedimentos de fundo transportados pelo leito do canal mostraram a variação da carga de sedimentos transportada nas seções transversais, que pode refletir os diferentes tipos de atividades humanas desenvolvida em seu entorno (figura 07).

A análise granulométrica dos sedimentos de fundo obteve a predominância de sedimentos de grosseiros na seção 1, sendo 43,10% de areia média e 25,55% de areia fina (quadro 02).

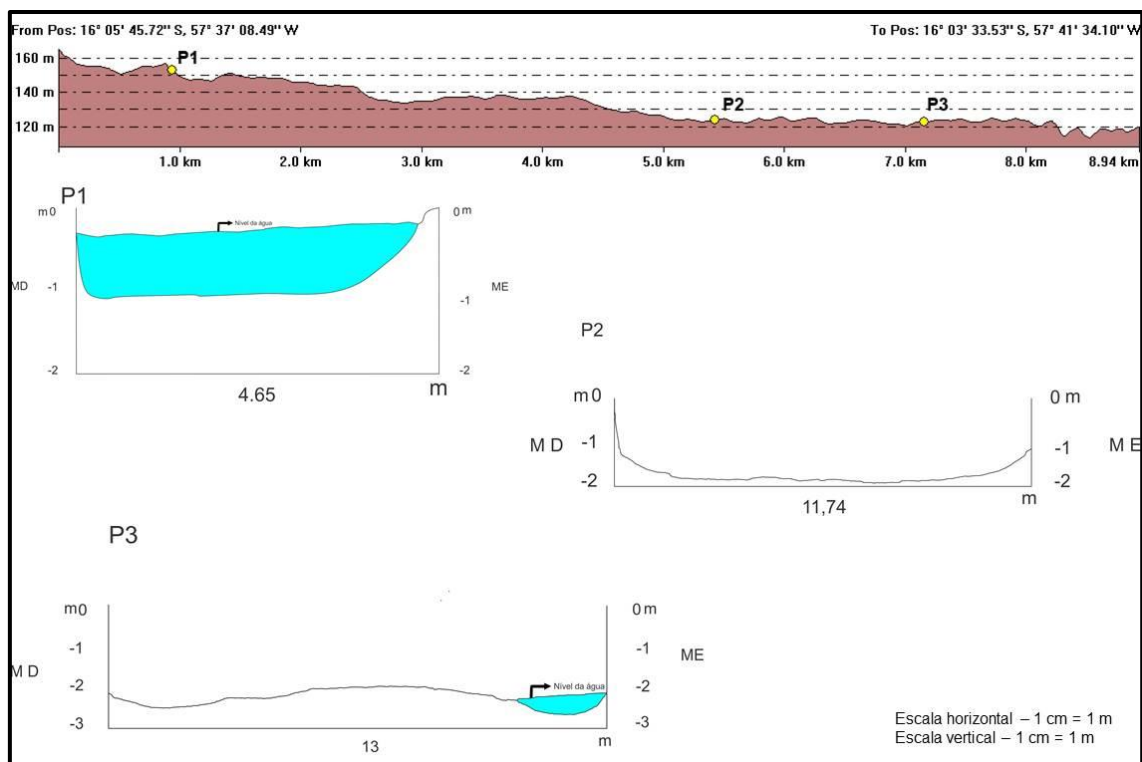


Figura 06 - Mudanças morfológicas nas seções transversais do Córrego Sangradouro.



Figura 07- Evidência de alterações na erosão, transporte e deposição de sedimentos em função das ações direta no córrego Sangradouro.

Quadro 02 - Composição granulométrica dos sedimentos de fundo transportado no Córrego Sangradouro.

Seção	Areia grossa		Areia média		Areia fina		Silte/Argila	
	G	%	G	%	g	%	g	%
<b>Seção 01</b> Córrego Sangradouro, próximo à nascente, Bairro Lobo	1,16	5,8	8,62	43,10	5,11	25,55	5,11	25,55
<b>Seção 02</b> Córrego Sangradouro, Bairro Espírito Santo	0,67	3,3 5	1,55	7,75	1,58	7,9	16,2	81
<b>Seção 03</b> Córrego Sangradouro B. Centro e Cavalhada II	1,07	5,3 5	3,73	18,65	6,52	32,6	8,68	43,4

Na seção 2, predominaram sedimentos finos, 81% de teor silte/argila, estando relacionados com a perda da declividade, que influencia na competência do canal em transportar esse material grosseiro e, juntamente com a diminuição da velocidade do fluxo, favorece a decantação e/ou sedimentação do sedimento de fino. Na seção 3, predominou areia fina (32,6%) e silte/argila (43,40%).

No período chuvoso, aumenta o volume e/ou vazão e velocidade do fluxo, juntamente com a carga de material dissolvido transportado em suspensão. A análise da carga de sedimentos em suspensão, mensurada na seção 3, corresponde a 160 mg/l no período chuvoso. Conforme Grison e Kobiyama (2011), a carga de sedimentos em suspensão tende a aumentar muito rapidamente com o aumento da vazão e, na avaliação de Carvalho (1994), que 70% a 90% da totalidade desses sedimentos transportados pelos cursos de águas e/ou córregos ocorrem no período de chuvas, mais precisamente durante as fortes precipitações.

#### **4. Conclusão**

A partir dos estudos realizados, constataram-se as implicações do processo de urbanização de Cáceres no equilíbrio dinâmico dos sistemas fluviais dos córregos urbanos. A expansão urbana não considerou as características geoambientais desse ambiente, sobretudo no entorno dos córregos urbanos.

Foram diagnosticados nos córregos urbanos (Fontes, Junco, Lava-pés, Olhos d'Água e Sangradouro) mudanças morfológicas, hidrológicas e sedimentológicas, resultantes do uso do solo. As alterações morfológicas registradas nos córregos urbanos de Cáceres foram as seguintes: construção de barramentos artificiais no próprio leito, aterramento do leito maior, retificação do canal em alguns trechos, dragagem para aumentar a largura e profundidade da calha, e canalização.

As mudanças hidrológicas estão associadas à diminuição ou ao aumento do volume de água dos córregos, vinculadas, principalmente, às obras de engenharia (dragagem), como a construção de reservatórios à montante, diminuindo o fluxo de água à jusante. A canalização no baixo curso do Sangradouro diminuiu a capacidade do córrego, provocando o transbordamento e a inundação nas áreas adjacentes à montante, no período chuvoso.

Quanto às mudanças sedimentológicas registradas, estão associadas à carga de sedimentos. Foram encontrados vários bancos de sedimentos no leito dos córregos, registrando a predominância de sedimentos grosseiros (areia média e areia fina) nas seções transversais.

O processo histórico do desenvolvimento urbano em Cáceres significou um desdobramento de baixa qualidade ambiental e, ganhando dimensões cada vez mais complexas, no âmbito das transformações do espaço urbano da cidade e impactando tanto de forma quantitativa quanto



qualitativamente os recursos hídricos, ou seja, efetivando a perda da qualidade ambiental dos córregos urbanos.

## 5. Referências bibliográficas

- AGUIAR, D. P. (2005). Impactos de obras de engenharia nos canais fluviais urbanos de Cáceres – MT. Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres, MT.
- ALVES, H. P. F. (1997). Bacias do Piracicaba e Capivari: análise de sub-regiões e aplicabilidade dos conceitos de desenvolvimento sustentável capacidade de suporte (hídrico). 127p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Estadual de Campinas.
- BARROS, R. L.; SOUZA, C. A. (2012). Avaliação do grau de degradação e impactos associados na Bacia Hidrográfica do córrego Sangradouro, Cáceres – MT. In: Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS, n. 16, ano 9, nov. 71-91p.
- BOTELHO, R. G. M. (2011). Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil 71- 110p.
- BRASIL (1997). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA solos. 212 p.
- CAMPOS, et. al. (2010). Córrego Sangradouro município de Cáceres: uma visão ambiental. In: Anais. XI Semana de Geografia – Geografia: debates epistemológicos, cultura e meio ambiente da UNEMAT, Cáceres/MT, Brasil, de 01-07p.
- CARVALHO, N. O. (2004) Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: CPMR., 372 p.
- CHIN, A. (2006) Urban transformation of river landscapes in a global context. In: Geomorphology. 79, p. 460–487.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980). Geomorfologia. 2.ed. São Paulo: Editora Blucher. 188 p.
- COELHO, N. C. M. (2011). Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: Guerra, T. J. A. CUNHA, B. S. (Org.). Impactos ambientais urbanos no Brasil. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil,. 19-43p.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (2009). Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. (Org.). 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 337-379.
- GALLO, Z. , (1995) A proteção das águas, um compromisso do presente com o futuro: o caso da bacia do rio Piracicaba. 1995. 147p. Dissertação (Mestrado em Geociência). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- GALVÃO, R. S. (2008). Drenagem urbana e planejamento ambiental: vale do Rio João Mendes (Niterói/RJ). 2008. 70p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ
- GIL, A.; C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 173p
- GRISON, F.; KOBAYAMA, M. (2011). Teoria e aplicação da geometria hidráulica: revisão. In: Revista Brasileira de Geomorfologia, v.12, n.2, p.25-38.
- JUSTINIANO, L. A. A.; LEANDRO, G. R. S. (2010). Análises das mudanças do uso do córrego Sangradouro – MT. In: Anais. 1º I Seminário do Meio Ambiente Urbano, Cáceres, MT, 31 a 02 de junho, 2010, Brasil. Evento realizado pelo Departamento de Direito e de Geografia, DAN, Evelin et al. Cáceres, MT: Unemat, 137-144p.
- LEOPOLD, L. B. (1968). Hydrologic for urban land planning: a guideboock on the hydrologic effects of urban land use. U. S. Geol. Survey Circular, (554), p. 1-18.
- LEOPOLD, L. B.; MADDOCK, T. (1953) The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. UnitedStatesGeologicalSurvey, Prof. Paper.,252, 56p.

- LUCAS, L. M.; CUNHA, S. B. (2007) Rede de drenagem urbana em área tropical: mudanças na morfologia do canal e níveis de poluição das águas – Rio dos Macacos – Rio de Janeiro – RJ. In. Revista GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 22, 2007. p. 39-64.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. (1986). Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, (Temas Básicos de Educação e Ensino).
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. (2007). Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas,
- MENDONÇA, F. (2001). Geografia socioambiental. In. Revista Terra Livre. São Paulo. n. 16. 113-132p.
- MENDONÇA, F. S. A. U (2004). Sistema socioambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, F. (Org.). Impactos socioambientais urbanos. Curitiba: Editora UFPR, 209-218p.
- MORAES, M. F. M. L. (2003). Vila Maria do Paraguai: um espaço na fronteira 1778-1801. 140p. Dissertação. (Mestrado em História) Instituto de Ciências Humanas e sociais – História). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT.
- POLETO, C.; LAURENTE, A. (2008). Sedimentos urbanos e corpos d' água. In. POLETO, C (Org.). Ambiente e sedimentos. Porto Alegre: Editora ABRH 109-149p.
- ROSESTOLATO FILHO, A. (2006). Geomorfologia aplicada ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso. 122p. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M. (2009). Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). Praticando Geografia: N São Paulo: Oficina de Textos. p. 69-84.
- SOUZA, C. A. , (2004). Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiaimã-MT. 173p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Janeiro, RJ.
- SOUZA, C. A. et al. (2010). Caracterização ambiental no entorno do Córrego do Fontes, entre a rua Pedro Alexandrino e a rua da Maravilha em Cáceres/MT: subsídio para gestão. In: Anais. da 1º I Seminário do Meio Ambiente Urbano, Cáceres, MT, 31 a 02 de junho, 2010, Brasil. Evento realizado pelo Departamento de Direito e de Geografia, DAN, Evelin. M. C. e SILVA, Tânia P. da (Orgs) etall. Cáceres, MT: Unemat. 211-221p.
- UN-HABITAT. (2008). State of the World's Cities 2008/2009: HARMONIOUS CITIES. In. United Nations Human Settlements Programme/ Un-Habitat. 280p. Disponível em:<<http://www.unhabitat.org>>. Acesso em. 01 ago. 2013.
- VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. (2011) Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). 8. ed. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.(Org.). Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.p.111-145.
- VIEIRA, V. T.; CUNHA. S. B. (2008) Mudanças na morfologia dos canais urbanos: Alto curso do rio Paqueta, Teresópolis – RJ (1997 – 2001). In: Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 9, n. 1. p. 3-22.



## MORFOLOGIA E GRANULOMETRIA DO CÓRREGO DO RENATO NA CIDADE DE CÁCERES- MATO GROSSO

E. Ferreira<sup>(a)</sup>, A. R. C. Matias <sup>(b)</sup> G. R. S. Leandro<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Curso de Geografia - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
evaldoferreira@unemat.br

<sup>(b)</sup>Curso de Geografia Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
drinha\_cruz@hotmail.com

<sup>(c)</sup>Curso de Geografia - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
gustavogeociencias@hotmail.com

### Resumo

O estudo foi desenvolvido no córrego do Renato, perímetro urbano de Cáceres/MT. A pesquisa teve por objetivo verificar a composição granulométrica e os impactos devido o uso e ocupação ao do perfil longitudinal do córrego. Foram adotados os Protocolos de Avaliação. Realizou-se trabalho de gabinete, pesquisa de campo (coleta de sedimentos e monitoramento) e análise de laboratório (análise granulométrica dos sedimentos de fundo). O córrego do Renato possui 2,84 km de extensão, sendo um trecho canalizado e outro retificado. Os pontos avaliados encontram-se na área urbana. A concentração de sedimentos de fundo está associada ao escoamento superficial, a análise granulométrica dos sedimentos de fundo mostrou que houve maior concentração de areia fina e silte nos seis pontos. Os resultados obtidos com aplicação do Protocolo mostrou que nos pontos 1, 2 e 3 o córrego apresenta condição péssima e os pontos 4, 5 e 6 foi enquadrado em condição regular.

**Palavras-chave:** canalização; retificação; desordenamento urbano.

### 1. Introdução

A água principal agente modelador e modificador da paisagem assume diferentes estados e trajetórias ao longo do seu ciclo (BOTELHO, 2011, p. 71). E ainda conforme Machado (2002) é um recurso natural limitado, e não ilimitado, como se racionou anteriormente no mundo e no Brasil (MACHADO, 2002, p. 32).

A velocidade do crescimento populacional e urbano, ao lado da escassez de recurso legal e financeiro, acarreta verdadeira degradação do ambiente urbano e da qualidade de vida de pessoas em todo mundo (COELHO, 1993, p. 282).

O crescimento urbano provocou uma inversão intensa e, ao mesmo tempo, acelerada, pois a sociedade brasileira, de um modo geral, passou a viver no ambiente urbano (CRUZ, 2013). E ainda conforme Almeida Filho (2008), o processo de ocupação, quando conduzido de forma desordenada, provoca degradação ambiental, no qual o homem é o principal agente, por meio da ação não planejada sobre o meio ambiente.

Segundo Souza *et al*, (2008), os processos sedimentares ocorrem naturalmente. No entanto, as atividades antrópicas contribuem para modificar a descarga e a carga sólida dos sistemas

aquáticos, causando-lhes modificações que dificultam o escoamento, inundam áreas próximas aos canais de drenagem e alteram os parâmetros físico-químicos e biológicos da água.

Conforme Cruz (2013), o processo de urbanização com aspiração ancorada a uma ideologia de planejamento econômico desenvolvimentista provocou efeitos de desigualdade e desequilíbrio na organização territorial de inúmeras cidades. E ainda conforme o autor, pela forma desordenada do crescimento urbano, ocorrerá degradação ambiental do espaço urbano.

Segundo Cunha e Guerra (2009) os córregos são o elemento mais sensível da paisagem. Quaisquer alterações no equilíbrio dinâmico de entrada e saída de energia, provenientes das atividades da ação antrópica (uso da terra) desenvolvida na bacia, podem causar efeitos e/ou impactos à jusante no fluxo energético de saída, tanto da descarga, cargas sólidas e dissolvidas.

Nesse sentido o presente trabalho teve por objetivo verificar a composição granulométrica e os impactos do uso e ocupação do solo no canal do Renato, no perímetro urbano do município de Cáceres e sua contribuição para a bacia hidrográfica do rio Paraguai e para o Pantanal.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Área de estudo**

O estudo foi desenvolvido no canal artificial denominado córrego do Renato, no perímetro urbano do município de Cáceres – Mato Grosso. O início do Canal está localizado no bairro Vila Mariana, sob as coordenadas geográficas 16°04'46.1'' S e 57°41'03.5'' W e sua foz no bairro Jardim Imperial, desagando no rio Paraguai, nas coordenadas geográficas 16°05'26.8'' S e 57°42'05.3'' W (Figura 1).

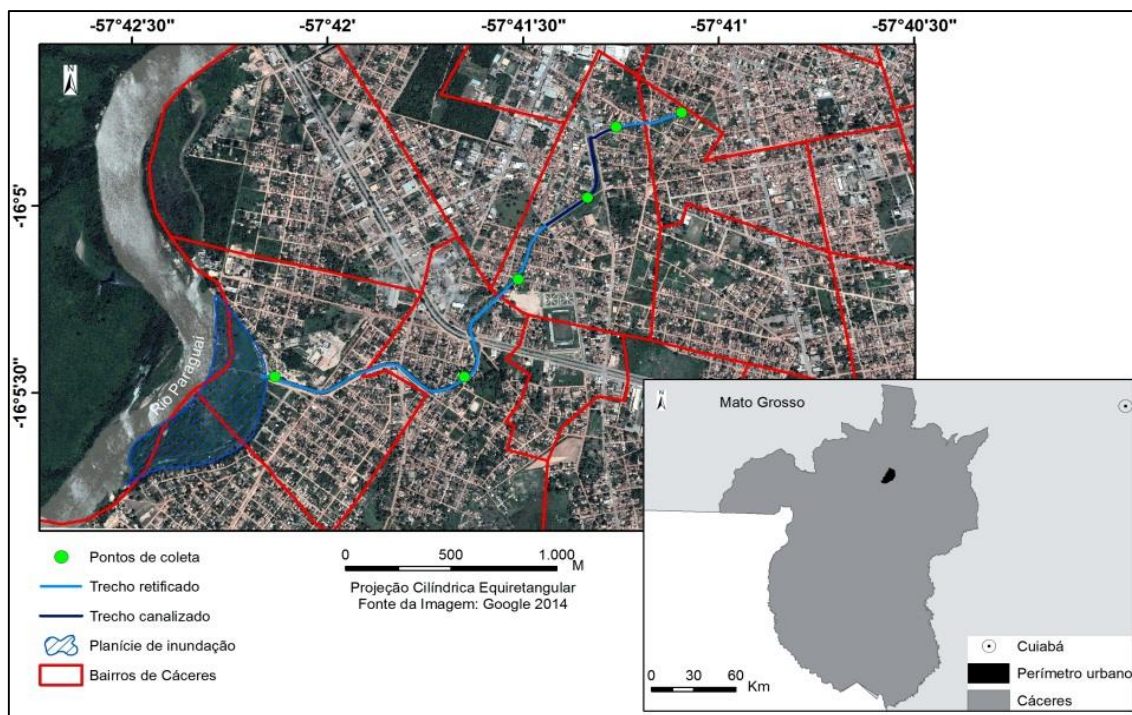


Figura 1. Segmento do córrego do Renato na cidade de Cáceres - Mato Grosso

## 2.2. Procedimentos metodológicos

### 2.2.1. Trabalho de gabinete

Nessa etapa, houve a construção do referencial teórico, cálculos e redação do artigo. A pesquisa bibliográfica consistiu em uma parte da etapa de gabinete, sendo realizada preliminarmente às outras e ao longo de todo processo de investigação a partir de relatórios, livros, teses, dissertações, artigos científicos.

### 2.2.2. Trabalho de campo

Foi realizado trabalho de campo para reconhecimento da área e então a demarcação dos trechos, cujo nos mesmos foram aplicados os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) adaptados de Callisto et al. (2002) e Rodrigues e Castro (2012) em seis pontos ao longo do perfil longitudinal do canal (Quadro1).

Foram coletadas amostras de sedimentos de fundo em seis pontos do canal, com o aparelho do tipo Van Veen (amostrador de mandíbulas). O aparelho foi lançado até alcançar o fundo do canal, retraindo sedimentos em suas mandíbulas. O material acumulado no interior da draga foi recolhido e acondicionado em sacolas plásticas transparentes de 1 kg, etiquetadas com os pontos de coleta, de localização.

Quadro 01- Referente a Coordenadas geográficas dos trechos do córrego do Renato onde foram aplicados os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR)

Pontos	Latitude	Longitude
1- Início do Canal	16°. 04' . 46. 1''	57°. 41' 03.5''
2- Av. Padre Cassimiro	16°. 04' 47.7''	57° 41' 14.18''
3- Fundo do ginásio	16°. 04' 58. 6''	57° 41' 17.7''.
4- R. José Bonifácio	16°05'.11.3''	57°41'.27.9''
5- R. Nortelândia	16°.05'26.7''	57° 41'.36.0''
6- Foz- Jardim Imperial	16°.05'.26.8''	57°.42'.05.3''

### 2.2.3. Análise de laboratório

#### 2.2.3.1. Método de pipetagem (dispersão total)

Para fracionamento do material de fundo em areia, silte e argila, utilizou-se o método de pipetagem - dispersão total (EMBRAPA, 1997).

#### 2.2.3.2. Método de peneiramento

Para determinação do tamanho das partículas de sedimentos de fundo foi adotado o método de peneiramento. A fração areia separada pelo método de dispersão total foi seca em estufa a 100°C. Posteriormente o material foi submetido a processo mecânico de peneiramento no Agitador Eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi pesado separadamente, determinando as frações areia (grossa, média e fina) (EMBRAPA, 1997).

#### 2.2.3.3. Aplicação Protocolo de Avaliação rápida (PAR)

Conforme proposto por Rodrigues e Castro (2012), o protocolo de avaliação foi aplicado da seguinte forma: para cada ponto selecionado, foi aplicado um protocolo de avaliação, que obtiveram resultados a partir das somas das condições divididos pelo número de parâmetros. Ainda Rodrigues e Castro (2012), diz que o protocolo de avaliação rápida (PAR) adaptado, para cada um dos parâmetros avaliados, deve ser atribuído um valor correspondente à situação verificada no local da avaliação, podendo variar de uma situação péssima (pontuação de 0 a 1), regular (de 1,1 a 2), boa (de 2,1 a 3) até uma situação ótima (de 3,1 a 4) (Quadro 2).

## 3. Resultados e discussão

Relacionado à morfologia, o canal possui um trecho canalizado e outro retificado, de forma que suas características são diferenciadas ao longo do seu percurso. No trecho canalizado as margens

apresentam pouca vegetação associado à urbanização e estas são protegidas por grades e rochas para conter os processos erosivos. Segundo Botelho (2011), diante de águas fluviais que extravasam seus leitos e inundam áreas adjacentes, mormente ocupadas pelas atividades antrópicas, o homem precisava criar mecanismo para fazer escoar rapidamente essas águas, impedindo seu transbordamento.

Enquanto que, na parte retificada o canal aproxima-se a condições naturais. Observou-se que o fluxo da água tende a buscar um padrão de canal natural mesmo se tratando de um canal construído por obras de engenharia. De acordo com Botelho (2011), nessa visão, a canalização e a retificação principalmente, aumentam a velocidade das águas e diminuem o espaço físico ocupado pelos rios “permitindo” a ocupação de suas margens. Constataram-se algumas plantas flutuantes e vegetação remanescente, bem como, presença de animais silvestres. Segue resultados de granulometria dos pontos selecionados (Tabela 1). No ambiente urbano o homem é o criador da paisagem ou a paisagem da cidade, pois o homem, ao ocupar e criar ambientes artificiais distorce uma parte ou grande parte das áreas urbanas (JORGE, 2011).

### Ponto 1

Início do Canal encontra-se no bairro Vila Mariana e é caracterizado pela presença desordenada das áreas residenciais. Este ponto apresenta um canal retificado e seu entorno destaca-se pela presença de agricultura doméstica que é cultivada por famílias de baixa renda. Pelo fato de o começo de drenagem ser coberta, não foi possível coletar amostras de sedimentos. De acordo com o Protocolo de Avaliação Rápida este ponto obteve pontuação 1 resultando condição péssima.

Quadro 02- Adaptação do protocolo de avaliação rápida de rios

<b>Parâmetro 1: “Deposição de sedimentos”</b>			
Ausência ou pequeno alargamento de ilhas ou barras de pontal.	Alguns acréscimos recentes na formação de barras, predomínio de cascalho, areia ou sedimento fino.	Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimento fino em barras recentes e antigas. Sobretudo, de origem antrópica.	Elevada deposição de material fino ou cascalho e aumento no desenvolvimento de barras devido, principalmente, às atividades antrópicas.
4 (Ótima)	3 (Boa)	2 (Regular)	(1) Péssima
<b>Parâmetro 2: “Alterações no canal”</b>			
Ausência de canalizações e dragagens ou qualquer outra forma de interferência que possa afetar o curso d’água. Nesse caso, o curso d’água segue com padrão natural.	Presença de pequenas canalizações, em geral em área para apoio de pontes ou evidência de canalizações antigas e de dragagem, mas com ausência de canalizações recentes. Não há evidências de que o leito tenha sido	Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens ou estruturas de escoramentos em ambas as margens. Há evidências antigas de que o leito já foi explorado pela atividade garimpeira ou ainda por dragagem	Margens revestidas com gabiões ou cimento e o curso d’água encontra-se canalizado ou pode ser observado forte evidência de revolvimento das margens para exploração recente



	explorado por atividades antrópicas	para retirada de areia/cascalho.	pelas atividades garimpeiras.
4 (Ótima)	3 (Boa)	2 (Regular)	(1) Péssima
<b>Parâmetro 3: “Estabilidade das margens”</b>			
Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas nas margens; pouco potencial para problemas futuros.	Margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas.	Margens moderadamente instáveis. As margens apresentam-se erodidas e o potencial à erosão é alto durante as cheias.	Margens instáveis e muitas áreas erodidas. A erosão é frequente ao longo da seção reta e nas curvas.
4 (Ótima)	3 (Boa)	2 (Regular)	(1) Péssima
<b>Parâmetro 4: “Proteção das margens pela vegetação”</b>			
Mais de 90% da superfície das margens e imediata zona ripária é coberta por vegetação nativa. A maioria das plantas pode crescer naturalmente.	De 70 a 90% da superfície marginal é coberta por vegetação nativa; não sendo observadas grandes descontinuidades.	De 50 a 70% da superfície das margens está coberta pela vegetação, havendo uma mistura de locais onde o solo está coberto e locais onde não há presença de vegetação nativa.	Menos de 50% da superfície das margens está coberta por vegetação nativa. É evidente a descontinuidade da vegetação do entorno sendo esta praticamente inexistente.
4 (Ótima)	3 (Boa)	2 (Regular)	(1) Péssima
<b>Parâmetro 5: “Estado de conservação da vegetação do entorno”</b>			
A vegetação do entorno é composta por espécies nativas em bom estado de conservação e não apresenta sinais de degradação causada por atividades humanas, como pastagens ou áreas de cultivo.	A vegetação é composta não só por espécies nativas, mas também por exóticas, contudo está bem preservada. Mínima evidência de impactos causados por atividades humanas.	A vegetação presente é constituída por espécies exóticas e há pouca vegetação nativa. É possível perceber impactos de atividades humanas sobre a vegetação do entorno.	A vegetação nativa do entorno é praticamente inexistente e as atividades humanas, tais como pastagens e áreas de cultivo são intensas. Além disso, o solo pode estar exposto às intempéries naturais.
4 (Ótima)	3 (Boa)	2 (Regular)	(1) Péssima

Fonte: Adaptado de Rodrigues e Castro (2008)

## Ponto 2

O ponto localiza-se na Av. Padre Casseiro, ainda no bairro Vila Mariana, área residencial com presença de pequenos comércios. O trecho continua retificado, com pontuação 1 que caracteriza, conforme o Protocolo de Avaliação Rápida, condição péssima (Figura 2). Não possui vegetação nativa e suas margens são contidas por rochas e grades. De acordo com Vieira e Cunha (2011), o solo passa a ter grande parte de sua área revestida de cimento, como edificações, ruas, calçadas etc., modificando o comportamento da água superficial. A área, com derramamento de esgoto, apresenta forte odor e água de cor escura, podendo-se observar a presença de peixe entre outros animais pequenos. Devido à grande quantidade de sedimentos, resíduos sólidos e orgânicos acumulados pela população, não foi possível coletar amostra.

## Ponto 3

Seção canalizada com várias saídas de tubulações de esgoto onde o escoamento da água apresentou baixa velocidade. Caba salientar ainda, a impermeabilização das margens do canal (Figura 3). No entorno observou-se uma diferenciação nas estruturas das casas. De acordo com

Vieira e Cunha (2011), as principais mudanças que ocorrem com o desenvolvimento de uma área urbana, em relação aos processos hidrológicos, são decorrentes da nova ocupação.

Essa seção foi caracterizada por condição péssima, com pontuação 1. A partir da análise granulométrica foi possível verificar que os sedimentos de fundo são constituídos por frações arenosas, predominantemente (Tabela 1). Sua margem direita serve de depósito de resíduos sólidos que são acumulados pela própria população e carroceiros, o que faz com que os moradores reclamem do forte odor. Devido ao acúmulo de lixo e por ser uma área com pequeno declive em relação ao canal, em períodos de cheias o canal tende a transbordar, causando inundações de algumas casas.

Tabela 1. Composição granulométrica dos sedimentos de fundo (2014)

Seção	Local	Sedimentos de fundo %				
		Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
P. 1	Início do Canal	Não foi possível coletar amostras de sedimentos				
P. 2	Av. Padre Cassimiro					
P. 3	Fundo do ginásio	2,55	23,95	66,85	5,75	0,65
P. 4	R. José Bonifácio	---	7,20	29,55	49,75	1,70
P. 5	R. Nortelândia	1,55	3,00	49,30	45,15	1,00
P. 6	Foz- Jardim Imperial	2,15	4,20	29,50	55,23	8,90

Fonte: Matias, 2014



Figura 2: Registro fotográfico do ponto 2 - presença parcial da área com derramamento de esgoto.  
Foto: Alessandra Matias, 2014.



Figura 3: Registro fotográfico do ponto 3, que apresenta seção canalizada e algumas partes cimentadas.  
Foto: Alessandra Matias, 2014.

#### **Ponto 4**

Encontra-se na rua José Bonifácio, no bairro Santa Cruz, em área residencial. Observou em suas margens a presença de plantações (mandioca, milho, feijão, entre outras) (Figura 4). De acordo com o PAR obteve resultado 1,6 de condição regular, a seção apresenta velocidade na água, vegetação flutuante e assim como todo o percurso do córrego é usado para lançamento de esgoto, aterros e lixo sólidos. A partir desse ponto o canal aproxima-se das condições naturais e com presença de animais silvestres. Na análise granulométrica nesta seção obteve-se os seguintes resultados: não há presença de areia grossa, areia média 7,20%, areia fina 29,55%, argila 1,70 %, mas com maior predominância de silte 49,75%. Comparando os resultados dos sedimentos de fundo dessa seção com as anteriores verifica-se que não a deposição de sedimentos arenosos associado a velocidade do fluxo, o que evita o assoreamento no canal diferente das seções a montante. No entanto, a grande quantidade de vegetação flutuante indica o estado de eutrofização. Ressalta Oliveira Junior et al (2013), que o córrego recebe esgoto de encanamentos ativos, tornando a água tem cor azul-esverdeada com vegetação aquática e gordura na superfície.



Figura 4: Registro fotográfico do ponto 4, trecho em que o canal se aproxima de condições naturais.

Foto: Alessandra Matias, 2014.

#### **Ponto 5**

Localiza-se na rua Nortelândia no bairro São Lourenço, bairro antigo da cidade caracterizado por moradores de baixo poder aquisitivo. Nesse trecho o canal encontra-se retificado e apresentando pontuação 1,6 que resulta a condição regular (Figura 5). Nessa seção o trecho tende a ficar sinuoso, apresenta depósito de sedimentos no centro e em relação ao ponto anterior houve maior velocidade da água, caracterizado pela grande quantidade de vegetação flutuante.

Neste ponto cinco (05) a granulometria teve 1,55% de areia grossa, areia média 3,00%, areia fina 49,30%, silte 45,15 % e argila 1,00%.

#### **Ponto 06**

Situa-se no bairro Jardim Imperial que surgiu a partir de grilagem de lotes, tendo assim um crescimento desordenado. Essa seção deságua na baía da Palha, no rio Paraguai (Figura 6). Além de moradias inadequadas existe indústria (frigorífico) que faz do rio um depósito de dejetos. A foz tem como características margens altas, vegetação remanescente, a água não apresenta velocidade, há ocorrência de degradação, suas margens foram revolvidas, é perceptível a erosão causada pela ação natural do canal principal pelo processo de refluxo, pela constante transição de embarcações e ações antrópicas tais como extração de areia, uso da área para pastagem de gado e pontos de pesca. Apresenta pontuação 2 de acordo com o PAR condição regular. Os sedimentos de fundo apresentaram resultados de areia grossa 2,15%, areia média 4,20%, areia fina 29,50% uma maior concentração de silte 55,25% e argila 8,90%.





Figura 5: Registro fotográfico do ponto 5, canal tende a ficar sinuoso, com depósitos de sedimento no centro. Foto: Alessandra Matias, 2014.



Figura 6: Registro fotográfico do ponto 6, foz do canal desaguando no rio Paraguai. Foto: Alessandra Matias, 2014.

#### **4. Considerações finais**

O Canal do Renato está localizado em perímetro urbano de Cáceres-MT é um canal artificial que tem como finalidade drenar a água pluvial e evitar enchentes em alguns bairros da cidade de Cáceres – Mato Grosso. Porém o canal está subsidiando outras atividades, onde, os moradores o utilizam como rede de esgoto e de depósito de lixo nas margens e no fundo do canal.

Cabe salientar que o canal deságua no rio Paraguai, levando todo tipo de sedimento acumulado durante seu trajeto, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos no perímetro urbano, o que pode causar doenças de veiculação hídrica na população que vive e utiliza o canal artificial ao longo do seu trecho e na confluência com o rio Paraguai.

## 5. Bibliografia

- ALMEIDA FILHO, G. S. (2008). Processos erosivos urbanos. In: POLETO, C. (org.). Ambientes e sedimentos. Porto Alegre: Editora UFRGS, p.39-63.
- BOTELHO, R. G. M. (2011). Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org.). Geomorfologias urbana. Rio de Janeiro, p. 71-115.
- BÜHLER, B. F. (2011). Qualidade da água e aspectos sedimentares da bacia hidrográfica do rio Paraguai no trecho situado entre a baía do Iate e a região do Sadao, município de Cáceres (MT), sob os enfoques quantitativos e perceptivos. 140f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2011.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.R.; MORENO,P.; GOULART, M. e PETRUCIO,M. (2002).Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). Acta Limnol, Bras. 14(1): 91p.
- COELHO, M, A. (1993). Geografia Geral O Espaço Natural E Socio- Econômico. Editora MODERNA LTDA, 3º Ed. São Paulo, p.282-322.
- COELHO, M. C. N. (2011). Impactos Ambientais Em Áreas Urbanas-Teorias, Conceitos E Métodos De Pesquisa. In: GUERRA, A, J. T.: CUNHA, S. B. (org.). Impactos Ambientais Urbanos No Brasil. Rio de Janeiro, p. 19-43.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (2009). Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. (org.). 7. Ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 337-379.
- CRUZ, J. S. (2013). Ordenamento Territorial Urbano E Suas Implicações Nos Canais De Drenagem Em Cáceres – Mato Grosso. Tese (mestre) Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres Mato Grosso, Brasil.
- EMBRAPA (1997). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de análises de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 212 p.
- GUERRA, A. J. T.: CUNHA, S. B. (2009). Degradação Ambiental. In : (org.). GUERRA, A. J. T.: CUNHA, S. B. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, 7ºed. Bertrand Brasil, p. 337-379.
- JORGE, M. C. O. (2011). Geomorfologia Urbana Conceito, Metodologias E Teorias. In. GUERRA, A, J. T.: CUNHA, S. B. (org.). Impactos Ambientais Urbanos No Brasil. Rio de Janeiro, p. 111-142.
- OLIVEIRA JUNIOR, E.S.; BUHLER, B.F.; MUNIZ, C.C.; FURLAN, A.O. (2013) Os Córregos Urbanos do Município de Cáceres–MT, Brasil: Um olhar para a conservação. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental-REGET. UFMS- Santa Maria. Vol.17.p. 3268-3274.
- POLETO, C.: LAURENTI, A. (2008). Sedimentos Urbanos e Corpos d'água. In (Org.) POLETO, C. Ambientes e Sedimentos. Porto Alegre, 1ºed. p. 109-148.
- RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. (2008). Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos.v. 13, n. 1, p. 161-170.
- ROSS, J. L. S. (2009). Geomorfologia Aplicada Aos Eias – Rimas. In : (Org.) GUERRA, A. J. T.: CUNHA, S. B. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro. 7ºed. Bertrand Brasil, p. 291-336.
- SALLES, I. H.: PITA, D. G. (1997). Conceitos de Geografia Física. São Paulo, Ícone, p. 13-56.
- SOUZA, C.A.; SOARES, J.C.O.; SILVA, L.N.P. (2008). Pantanal Mato- grossense: ocupação da planície e navegação no rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiamã (MT). In: SANTOS, J. E.; GALBIATI, C. (orgs.). Gestão e Educação Ambiental: água, biodiversidade e cultura. São Carlos, Editora Rima, p. 1-21.
- VIEIRA, T.V.: CUNHA, S. B. (2009). Mudanças Na Rede De Drenagem Urbana De Teresópolis (Rio e Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.: CUNHA, S. B. (org.). Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro, 5º ed.: Bertrand Brasil, p. 111-144.



## CONFLITOS DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO PIMENTA – ARROIO DO PADRE/RS/BRASIL

C. W. Flach<sup>(a)</sup>, M. Meurer<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas

cwflach@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas

mauriciomeurer@yahoo.com.br

### Resumo

No Brasil, um dos mecanismos de conservação e preservação da natureza consiste na criação de áreas protegidas. Um dos exemplos mais difundidos no país são as Áreas de Preservação Permanente (APP's), instituídas desde 1965 pela Lei Nº 4.771 e atualizadas em 2012 através da Lei 12.651. O uso agropecuário das áreas de preservação permanente é muito frequente, principalmente em municípios onde predominam as pequenas propriedades familiares. O uso das APP's é preocupante, em especial em áreas de nascentes. Nesse sentido, este trabalho realizou o mapeamento dos usos e coberturas da terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta (BHAP) e a delimitação das APP's para os cursos d'água naturais e nascentes, possibilitando a identificação e quantificação das categorias de uso e cobertura da terra presentes em APP's.

**Palavras chave:** uso da terra; cobertura da terra; área de preservação permanente; bacia hidrográfica.

### 1. Introdução

O debate ambiental se faz cada vez mais presente na sociedade, alertando para a necessidade de conservação de determinadas áreas e de redução dos impactos ao meio ambiente. Thomas e Foletto (2013) ressaltam que um dos mecanismos de conservação e preservação da natureza consiste na criação de áreas protegidas, amparadas por legislação ambiental específica, visando à proteção e a manutenção de espaços de relevância física, biológica e cultural, amenizando os riscos à conservação da biodiversidade. Para Medeiros (2006), a criação de áreas protegidas é uma importante estratégia de controle do território, visto que estabelece limites e dinâmicas de uso e ocupação específicos.

No Brasil, esse mecanismo de conservação e preservação de áreas ocorre de diferentes formas, através de Unidades de Conservação, Parques Nacionais, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Preservação Permanente (APP's), dentre outras, com instrumentos e regras próprias. Destas, as mais difundidas no território nacional são as APP's. A preocupação com as APP's na legislação brasileira começou na década de 1960, com a Lei Nº 4.771/1965. Mais recentemente, instituiu-se o Novo Código Florestal, através da



Lei 12.651 de 2012, estabelecendo normas gerais para a proteção da vegetação através das APP's e das Áreas de Reserva Legal, e para a exploração florestal (suprimento de matéria-prima florestal, controle da origem dos produtos florestais e controle e prevenção de incêndios florestais).

Para efeitos da Lei, consideram-se as APP's como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de: preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; facilitar o fluxo gênico de fauna e flora; proteger o solo; e assegurar o bem-estar das populações humanas. Nestas áreas o acesso de pessoas e animais é permitido exclusivamente para a obtenção de água e para a realização de atividades de baixo impacto ambiental. As APP's são obrigatórias no entorno de cursos d'água, lagos e lagoas naturais, reservatórios d'água artificiais, nascentes e olhos d'água, encostas com declividade superior a 45°, restingas, manguezais, bordas de tabuleiros, topos de morros com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°, áreas em altitude superior a 1.800 metros, veredas e áreas úmidas.

No que diz respeito às APP's no entorno de cursos d'água naturais perenes e intermitentes, fica estabelecido uma faixa de largura mínima de: 30 metros, para os cursos d'água com menos de 10 metros de largura; 50 metros, para os cursos d'água que tenham entre 10 à 50 metros de largura; 100 metros, para os cursos d'água que tenham entre 50 à 200 metros de largura; 200 metros, para os cursos d'água que tenham entre 200 à 600 metros de largura; e 500 metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros. Já para nascentes e olhos d'água em qualquer situação topográfica, a APP deve ter um raio mínimo de 50 metros.

Schäffer et al (2011) destacam as funções ambientais das áreas de preservação permanente, enfatizando a necessidade e os benefícios de: preservar os recursos hídricos (redução do carreamento de materiais para os cursos d'água, controle da temperatura da água); a paisagem (manutenção de áreas verdes, qualidade de vida, conforto ambiental para a população); a estabilidade geológica (manutenção e recarga de aquíferos, redução da erosão e assoreamento); a biodiversidade (sobrevivência e reprodução da fauna e flora, estoque de material genético); o fluxo gênico da fauna e da flora (manutenção de corredores ecológicos, trânsito de animais e dispersão de sementes); proteger o solo (filtro de impurezas, minimização dos processos erosivos e da perda de solo fértil); e por fim, assegurar o bem estar das populações humanas (diminuir os prejuízos decorrentes de enchentes e deslizamentos, minimizar os efeitos de eventos climáticos extremos, evitar a ocupação de áreas de risco).

Tendo em vista o constante uso irregular nas APP's, o presente trabalho teve como objetivo delimitar as APP's da Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta (para o curso d'água principal e seus afluentes), identificando e quantificando a ocorrência de conflitos de uso da terra.

## 2. Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta (BHAP) possui uma área total de 44,57Km<sup>2</sup>, dos quais 38,20Km<sup>2</sup> estão localizados no município de Arroio do Padre e o restante no município de Pelotas, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). A amplitude altimétrica varia de 40m à 300m.

De acordo com Meurer (2013), a BHAP assenta-se sobre três unidades geomorfológicas: Planície Colúvio Aluvionar, presente nos fundos de vale do Arroio Pimenta; Planalto Residual Canguçu-Caçapava do Sul, presente nas áreas mais elevadas que delimitam a bacia; e Planalto Rebaixado Marginal, correspondendo aos relevos um pouco mais rebaixados distribuídos na parte central da bacia hidrográfica.

Do ponto de vista pedológico, é possível identificar dois tipos de solos predominantes: os Argissolos, caracterizados pelo horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A, com profundidade variável e limitações quanto à infiltração; e os Neossolos, caracterizados pelos horizontes pouco desenvolvidos e pouco espessos, favoráveis à rápida saturação do solo.

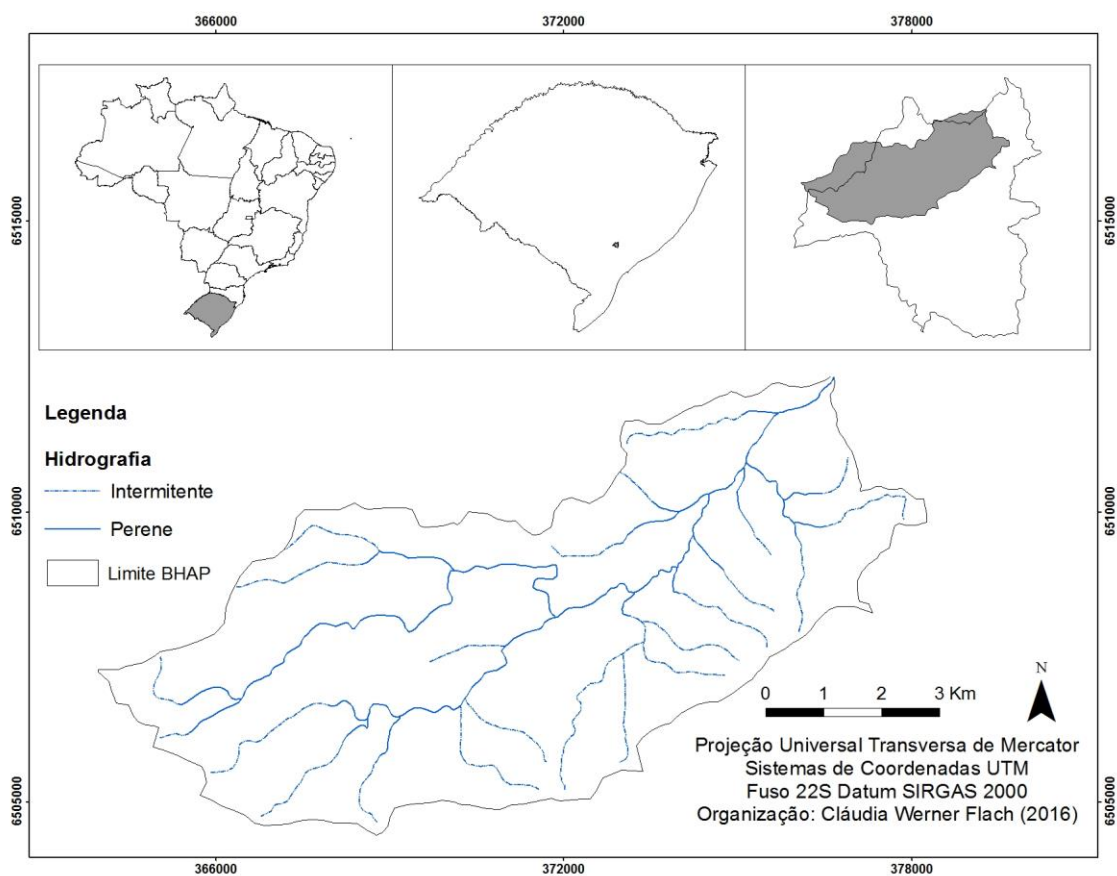


Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta

### 3. Material e Métodos

Para a elaboração dos mapas apresentados neste trabalho, utilizou-se o *software* ArcGIS, versão 9.3. Foram utilizados materiais oriundos da base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000 organizada por Hasenack e Weber (2010), e imagens de satélite obtidas junto ao *software* Google Earth Pro (versão livre).

Da base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul foram extraídas e recortadas as informações altimétricas (curvas de nível e pontos cotados) para a BHAP, que serviram de base para a elaboração do Mapa Hipsométrico e do Mapa de Declividade da bacia. Tendo em vista a altitude mínima (40m) e a máxima (300m), o Modelo Digital de Elevação (MDE) foi gerado com 13 classes, com equidistância entre as curvas de nível de 20m. O Mapa Hipsométrico permite visualizar, além das diferenças das cotas altimétricas, aspectos da morfologia das formas do relevo, tais como os fundos de vale, os caminhos preferenciais percorridos pelos cursos d'água, dentre outras informações.

Levando-se em consideração as declividades bastante acentuadas da bacia, já verificadas em estudos anteriores (FLACH, 2014), e a importância desse parâmetro para a análise do relevo, elaborou-se o Mapa de Declividade, utilizando os intervalos propostos por Ross (1994), com as respectivas classes de declividade: 0 – 6% (muito fraca); 6 – 12% (fraca); 12% - 20% (média); 20% - 30% (forte); e > 30% (muito forte).


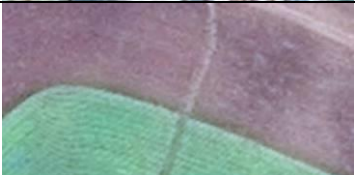
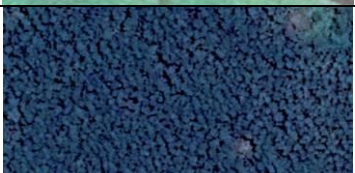

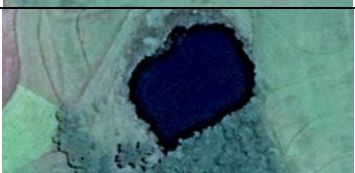


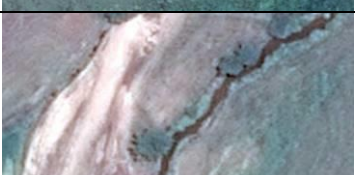
Para a elaboração do Mapa de Uso e Cobertura da Terra, utilizou-se como referência o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). Define-se o uso da terra como o conjunto de operações antrópicas visando a obtenção de produtos e benefícios decorrentes da utilização dos recursos naturais. Já a cobertura da terra envolve os elementos da natureza (vegetação, água, rocha nua) que recobrem a superfície terrestre. Este material disponibiliza um sistema de classificação para a cobertura e o uso da terra dividido em três níveis de detalhamento, determinando para cada classe cores padrões (RGB). Para a BHAP, foi utilizado o segundo nível de detalhamento, que permitiu a identificação visual e mapeamento de oito classes, descritas na tabela I.

O trabalho de mapeamento foi realizado através de 21 imagens de satélite obtidas do *software* Google Earth Pro (versão livre), datadas de 27 de janeiro de 2014. De acordo com Trentin e Bazzan (2013), as imagens fornecidas pelo *software* vêm sendo cada vez mais utilizadas, tendo em vista a constante atualização, a alta resolução espacial e as coleções de séries de imagens de diferentes anos, auxiliando no processo de identificação de eventos e o acompanhamento da evolução dos usos da terra.

Desta forma, os seguintes procedimentos metodológicos foram realizados para a elaboração do mapa: delimitação da área de coleta das imagens do Google Earth Pro; estabelecimento do ponto de visão à 2,5km (para escala 1:50.000) e inclinação igual a zero; estabelecimento dos

pontos de controle - canto superior esquerdo (CSE), canto inferior esquerdo (CIE), canto superior direito (CSD) e canto inferior direito (CSD); georreferenciamento das imagens; vetorização manual das classes de uso e cobertura da terra através da classificação visual; quantificação da área de cada classe de uso e cobertura da terra.

Tabela I – Tabela esquemática das Classes de Uso e Cobertura da Terra para a BHAP (adaptada de IBGE, 2013)

	Classe	Descrição	Imagem
Uso	Área Urbanizada	Cidades, vilas e áreas urbanas isoladas, com uso intensivo, superfície predominantemente artificial, com edificações e sistema viário característico.	
	Cultura Temporária	Áreas onde há o cultivo de plantas com ciclo vegetativo curto, geralmente inferior a um ano.	
	Silvicultura	Composição, trato e cultivo de povoamentos florestais destinados ao fornecimento de matéria prima para as indústrias e para o consumo familiar.	
	Pastagem	Áreas destinadas ao pastoreio do gado, compreendendo áreas de plantio de forrageiras perenes e áreas onde ocorreu a melhoria das pastagens naturais.	
Cobertura	Água Continental	Corpos d'água naturais e artificiais, como rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, entre outros.	
	Área Florestal	Formações arbóreas com porte maior que 5 metros e remanescentes de recomposição florestal primário e de estágio evoluído.	
	Área Campestre	Categorias de vegetação fisionomicamente diversa da florestal, caracterizadas pelo estrato arbustivo e pela distribuição esparsa.	
	Área Descoberta	Áreas de praias, dunas e extensões de areia ou seixos, áreas de extração abandonadas e sem cobertura vegetal e áreas cobertas por rocha nua exposta.	

A última etapa realizada foi a delimitação das Áreas de Preservação Permanente com base na legislação ambiental vigente (Lei 12.651 de 2012), levando-se em consideração as larguras dos arroios perenes e intermitentes presentes na BHAP, ou seja, foram realizados *buffers* de 30m para os cursos d'água com até 10m de largura e *buffers* de 50m para os setores dos cursos d'água com largura entre 10m e 50m. Ressalta-se que para a delimitação das APP's, os arroios foram considerados apenas como uma linha, não considerando o limite de maior vazão. Para as nascentes, os *buffers* foram delimitados com um raio de 50m. A união dos *buffers* proporcionou o recorte das informações de uso e cobertura da terra, permitindo identificar e quantificar as áreas de conflito, dando origem ao Mapa de Conflitos em Área de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta.

#### 4. Resultados e Discussões

Os mapas elaborados para a Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta permitiram a análise de algumas peculiaridades. No Mapa Hipsométrico (Figura 2), pode-se ressaltar que a variação altimétrica de 40m à 300m enfatiza as formas de relevo mais proeminentes da bacia, como as vertentes bastante íngremes nas partes Norte e Oeste, a crista alongada na parte central e os amplos fundos de vale, principalmente no terço inferior da bacia.

Através do Mapa de Declividade (Figura 3) é possível identificar áreas de declividade mais acentuadas na parte Norte e na parte central do terço médio da BHAP. De acordo com os critérios estabelecidos por Ross (1994), estas áreas podem ser classificadas como áreas de declividade forte a muito forte, tendo em vista o predomínio de declividades superiores a 20%. Em contraste com essas áreas, verifica-se um fundo de vale bastante expressivo ao longo do Arroio Pimenta no terço inferior da bacia e um fundo de vale menos expressivo na parte central do terço médio da bacia. De modo geral, as adjacências desses fundos de vale são compostas por áreas com declividade acentuada, condicionando o escoamento da água, bem como a remoção e deposição de material sedimentar para estas áreas mais rebaixadas.

O Mapa de Uso e Cobertura da Terra (Figura 4) permite observar que há um predomínio pouco expressivo das categorias de cobertura com relação ao uso da terra. No entanto, a distribuição dos usos e coberturas está relacionada à declividade e aos tipos de solos presentes na bacia. Levando-se em consideração a declividade, percebe-se uma predominância de áreas de vegetação natural ao longo dos cursos d'água e nos setores com declividade mais acentuada (> 20%). As diferentes categorias de uso da terra estão concentradas predominantemente em áreas de declividade mais suaves e nos fundos de vale, que, do ponto de vista agrícola, são favoráveis ao estabelecimento das atividades agropecuárias.

Vale ressaltar que a classe água continental é classificada como cobertura pelo IBGE (2013). Entretanto, na área de estudo, esta classe é composta predominantemente por pequenos açudes nas propriedades rurais, utilizados para a piscicultura, dessedentação animal e outros usos cotidianos. Com relação às áreas descobertas, salienta-se que a sua predominância ocorre ao longo do Arroio Pimenta no terço inferior da bacia, sendo caracterizada pela presença de depósitos arenosos. As outras ocorrências dessa classe são mais esparsas, e correspondem a áreas cobertas por rocha exposta em setores de forte declividade.

A distribuição dos usos e coberturas ainda possui influência dos tipos de solos. Conforme mencionado anteriormente, na BHAP predomina os Neossolos e os Argissolos. O primeiro corresponde às áreas de declividade mais acentuada, caracterizado pela pouca espessura, sendo portanto pouco utilizados para as atividades antrópicas. Já os Argissolos encontram-se distribuídos nas áreas com declividade mais suaves, e em função de suas características pedológicas mais favoráveis, são os que suportam a maior parte das atividades antrópicas.

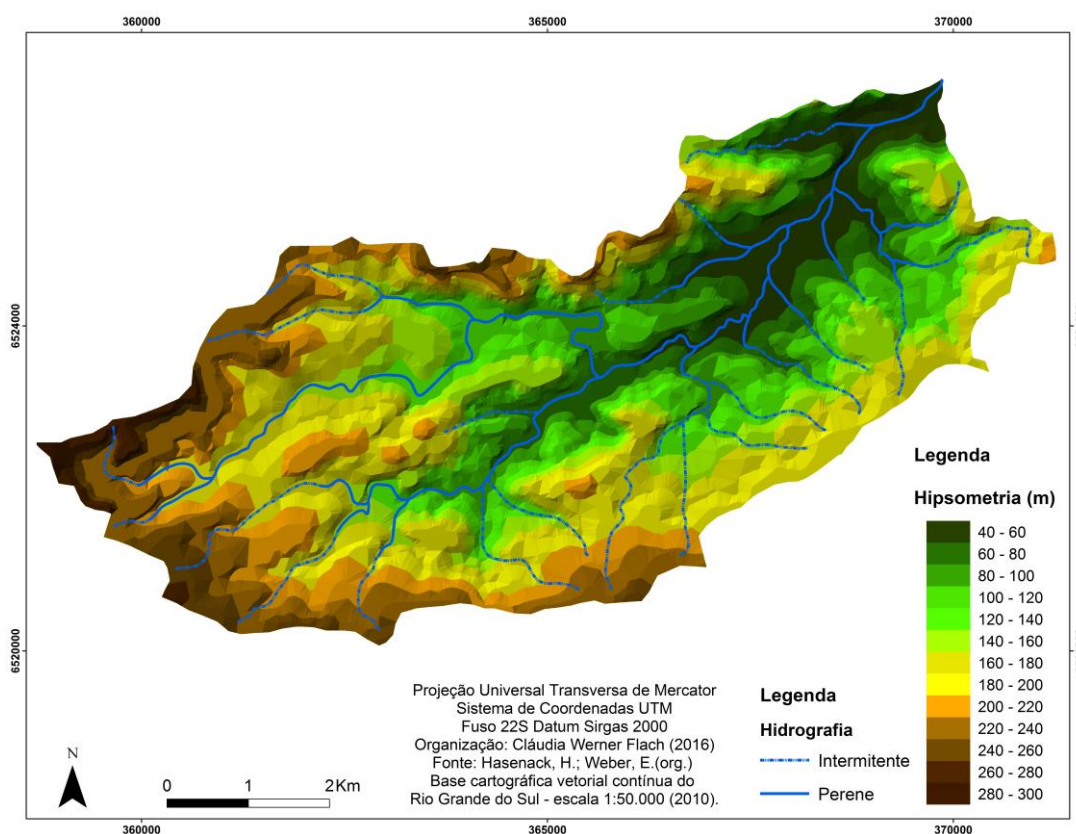


Figura 2 - Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta



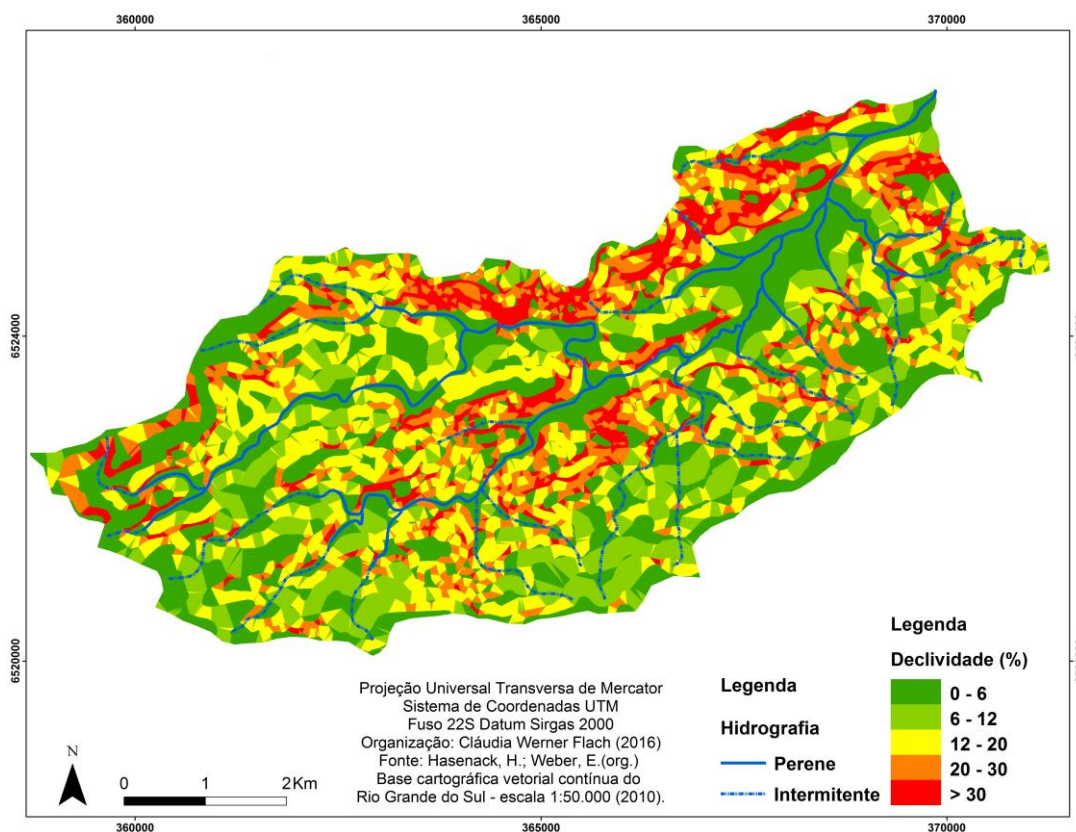


Figura 3 - Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta

O mapeamento das categorias de uso e cobertura da terra possibilitou calcular a área para cada classe, conforme a Tabela II:

Tabela II - Áreas correspondentes aos Usos e Coberturas da Terra.

	Classe	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Cobertura	Água Continental	0,131	0,29
	Área Florestal	14,942	33,52
	Área Campestre	8,554	19,19
	Área Descoberta	0,259	0,58
Uso	Área Urbanizada	0,138	0,31
	Cultura Temporária	11,466	25,72
	Silvicultura	4,327	9,70
	Pastagem	4,750	10,65

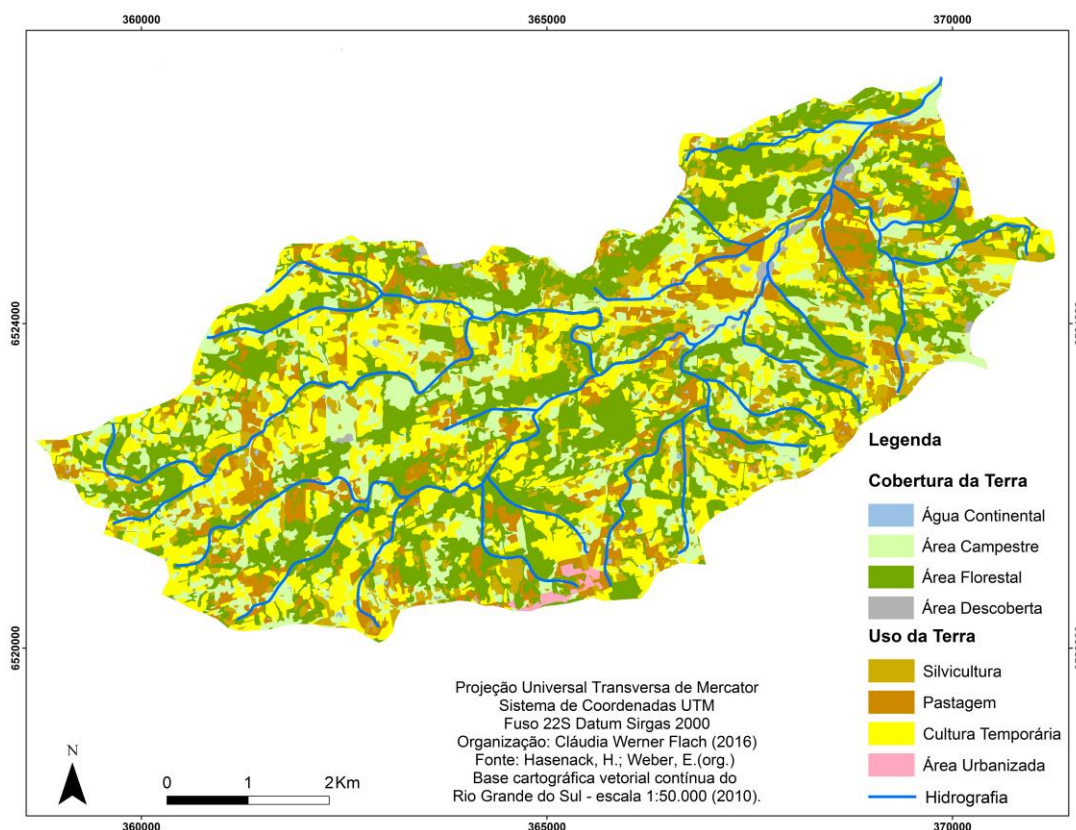


Figura 4 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta

Com base nos resultados apresentados na Tabela II, ressalta-se o predomínio das classes de cobertura da terra na BHAP (53,58%), com destaque para as áreas florestais, que representam 33,53%, seguida das áreas campestres, com 19,19%, que juntas totalizam 52,71% da área da bacia. Já as categorias de uso da terra representam um montante de 46,38%, sendo a classe mais representativa a de cultura temporária (25,72%), seguida das pastagens (10,65%) e das áreas com silvicultura (9,70%). A área urbanizada é pouco representativa, sendo que grande parte da área urbana concentra-se fora da bacia.

As APP's calculadas para os cursos d'água e nascentes da BHAP totalizam 4,085Km<sup>2</sup>, ou seja, 9,16% da área da bacia. Com base na delimitação das APP's e recorte dos usos e coberturas da terra presentes nestas áreas, é possível destacar os conflitos em área de preservação permanente (Figura 5).



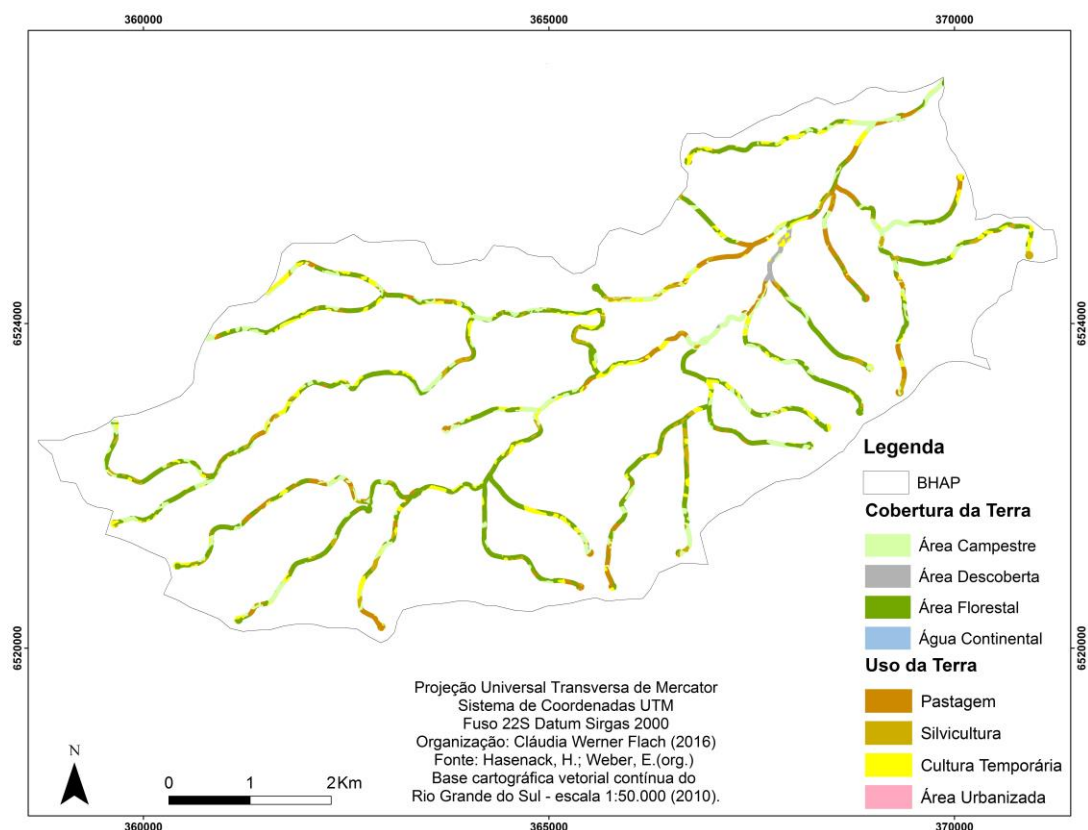


Figura 5 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra nas APP's da BHAP

No que diz respeito aos usos e coberturas presentes em APP as áreas calculadas estão sintetizadas na tabela III.

Tabela III: Usos e Coberturas da Terra presentes em Área de Preservação Permanente

	<b>Classe</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Cobertura	Água Continental	0,009	0,23
	Área Florestal	1,766	43,25
	Área Campestre	0,885	21,67
	Área Descoberta	0,042	1,04
Uso	Área Urbanizada	0,001	0,02
	Cultura Temporária	0,586	14,34
	Silvicultura	0,301	7,38
	Pastagem	0,491	12,02

Através do Mapa de Uso e Cobertura da Terra nas APP's da BHAP e dos dados presentes na tabela III, pode-se destacar que 1,380Km<sup>2</sup> (33,76%) dos 4,085Km<sup>2</sup> das APP's são utilizados

irregularmente. Dos conflitos identificados, predominam as culturas temporárias (14,34%), seguido das pastagens (12,02%) e das áreas de silvicultura (7,38%). As áreas urbanizadas (0,02%) estão presentes em APP's de nascentes. O restante das APP's (66,19%) é ocupado por cobertura florestal (43,25%), campestre (21,67%), áreas descobertas (1,04%) e água continental (0,23%).

Na BHAP é possível identificar 23 nascentes que dão origem aos cursos d'água na bacia. Destas, apenas 6 possuem sua área de preservação permanente composta predominantemente por cobertura (florestal e campestre). Nas demais, ocorrem diferentes usos. De acordo com Hass (2010), a agricultura e a pecuária constituem-se como potenciais impactos para as nascentes, visto que o uso de maquinários e insumos agrícolas pode comprometer a qualidade da água, assim como o pisoteio do gado. Nesse sentido, percebe-se que as nascentes presentes na bacia estão expostas a diferentes impactos, uma vez que as pastagens e as culturas temporárias prevalecem nessas áreas.

Cabe ressaltar que a BHAP é composta por pequenas propriedades rurais, que procuram utilizar todos os espaços disponíveis para a produção de subsistência e comercial. Desta forma, a dimensão das propriedades rurais pode se constituir como fator limitante a aplicação da legislação ambiental. Segundo Araujo (2007), as famílias necessitam utilizar suas terras disponíveis, mesmo que de forma intensiva, para produzir excedentes e assim realizar a venda dos produtos.

## **5. Considerações Finais**

Através deste trabalho, conclui-se que a declividade e os tipos de solos presentes na Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta são determinantes para a distribuição dos usos e coberturas da terra.

Foram identificados diversos usos em APP, que representam um montante de 33,76% da área, sendo, portanto conflitantes com a legislação ambiental.

Cabe destacar que das 23 nascentes identificadas, apenas 6 possuem as APP's compostas predominantemente por cobertura. Nas demais, verifica-se o predomínio do uso da terra, submentendo as nascentes a diversos impactos que podem comprometer a qualidade da água e a manutenção dos cursos d'água. Tendo em vista essas informações, ressalta-se a necessidade de projetos com vistas a preservação de nascentes e controle da qualidade da água.

Entretanto, com relação aos conflitos em APP's, deve-se ressaltar que a legislação ambiental vigente permite que as áreas consolidadas até 2008 ao longo dos cursos d'água sejam mantidas, desde que se faça a recomposição da faixa marginal de APP de: 5m para imóveis rurais com até 1 módulo fiscal; 8m para imóveis entre 1 e 2 módulos fiscais; 15m para imóveis com área entre

2 e 4 módulos fiscais; e mínimo de 20m para imóveis com mais de 4 módulos fiscais. Desta forma, para trabalhos futuros na BHAP seria necessário identificar as áreas consolidadas até 2008 e verificar a dimensão das propriedades para produzir um mapa detalhado das APP's.

## 6. Bibliografia

Araújo, G.H. de S.; Almeida, J.R. de; Guerra, A.J.T. (2007). *Gestão Ambiental de Áreas Degradadas*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Brasil (1965). *Lei Nº 4.771*, de 15 de Setembro de 1965. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm). [Acessado em 14 de abril de 2016].

Brasil (2012). *Lei Nº 12.651*, de 25 de Maio de 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm). [Acessado em 14 de abril de 2016].

Flach, C.W. (2014). Alterações Geomorfológicas decorrentes da Enxurrada de 15 de Novembro de 2010 na Bacia Hidrográfica do Arroio Pimenta, no Município de Arroio do Padre/RS. Trabalho de Conclusão de Curso. Pelotas: UFPel

Hasenack, H.; Weber, E. (2010). *Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000*. Porto Alegre: UFRGS.

Hass, M.B. (2010). Definição de parâmetros para a proteção de nascentes em propriedade rurais – município de Rolante/RS. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013). *Manual Técnico de Uso da Terra*. Manuais Técnicos em Geociências, n.7. 3ed. Rio de Janeiro.

Medeiros, R. (2006) Evolução das Tipologias e Categorias de Áreas Protegidas no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 9, 1, 41-64. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2006000100003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2006000100003&lng=en&nrm=iso). [Acessado em 20 de abril de 2016].

Meurer, M. (2013). *Geomorfologia e Depósitos Quaternários do município de Arroio do Padre – RS: A geomorfologia como subsídio ao planejamento e à prevenção de riscos*. Relatório de Pesquisa apresentado à FAPERGS referente ao Edital 01/2011 – ARD.

Ross, J. L. S. (1994). Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, 08, 63-74.

Schäffer, W.B.; Rosa, M.R.; Aquino, L.C.S. de; Medeiros, J. de D. (2011). *Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco - O que uma coisa tem a ver com a outra?* Série Biodiversidade, 41. Brasília: MMA.

Thomas, B.L.; Foletto, E.M. (2013). A Evolução da Legislação Ambiental no Âmbito das Áreas Protegidas Brasileiras. *Revista Eletrônica do Curso de Direito (UFSM)*, 8, 734-745. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/revistadireito/article/view/8401/5090#.VyAfzjArLIU>. [Acessado em 26 de abril de 2016].

Trentin, R.; Bazzan, T. (2013). O uso de geotecnologias para análise de áreas de risco e desastres naturais. In UFSM (Ed), *Desastres Naturais no Rio Grande do Sul*. (pp. 131-148). Santa Maria.

## **HIDRODINÂMICA E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO BRANCO, AFLUENTE DA MARGEM ESQUERDA DO RIO CABAÇAL, MATO GROSSO, BRASIL**

J. D. Oliveira<sup>(a)</sup>, C. A. Souza<sup>(b)</sup>, J. B. Sousa<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
josioldorriguette@hotmail.com

<sup>(b)</sup>Departamento de Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
celiaalvesgeo@globo.com.

<sup>(c)</sup>Departamento de Agricultura, Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Mato Grosso  
jubertobabilonia@yahoo.com.br

### **Resumo**

Este estudo teve como objetivo analisar as variáveis hidrodinâmicas e transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Branco, localizada no estado de Mato Grosso, Brasil. Foram selecionadas dezesseis seções, no rio principal e nos afluentes para obtenção de informações da hidrodinâmica e transporte de sedimentos. Para obtenção da batimetria usou ecobatímetro e para verificação da velocidade do fluxo usou o molinete fluviométrico. Para coletar os sedimentos suspensos usou-se a garrafa de Van Dorn e para os sedimentos de fundo utilizou-se a draga Van Veen. Para o fracionamento das amostras, utilizou-se o método de Pipetagem (Dispersão Total) e peneiramento para determinação do tamanho das partículas. Os sedimentos transportados em suspensão se mantiveram entre 40 mg/L e 80mg/L. A composição granulométrica de sedimentos de fundo prevaleceu à presença das porções de areia fina, porém no alto curso dos afluentes registrou no leito, a presença de seixos rolados e fragmentos de rochas.

**Palavras chaves:** rio Branco, hidrodinâmica, transporte sedimentos.

### **1. Introdução**

A bacia hidrográfica pode ser definida como a área de captação natural da precipitação onde se encontra um conjunto de canais de escoamento composto pelo rio principal e seus afluentes que convergem para um único ponto de saída. A área de abrangência de uma bacia é definida pelos pontos mais altos do relevo onde se formam os divisores de água, assim as águas da chuva escoam superficialmente nesta área delimitada pelo relevo formando e encorpando rios e riachos ou infiltram no solo para alimentar o lençol freático que afloram formando as nascentes (CHRISTOFOLLETI, 1980; BARRELLA *et al.*, 2001; TUCCI, 1997).

Conforme Christofoletti (1977), a dinâmica fluvial é vista como sendo a remoção, transporte e deposição das partículas envolvidas em toda a rede de drenagem e incide diretamente sobre o equilíbrio do sistema fluvial. Sua capacidade depende, especialmente, da velocidade e turbulência do fluxo dentro do canal. Os rios podem transportar sedimentos de diferentes maneiras (solução, suspensão e saltação), de acordo com a sua granulometria (tamanho e forma) e as características do fluxo (turbulência e forças hidrodinâmicas) (CUNHA, 2009).

Os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos são naturais, mas podem ser acelerados por ações antrópicas, como a retirada da vegetação, manejo inadequado do solo e ocupação urbana, próxima às margens de rios (SCAPIN *et al.*, 2007).

O depósito de sedimentos pode dificultar o escoamento de água, aumentar a ocorrência de enchentes, elevarem os custos de tratamento de água, prejudicar a navegabilidade, alterar a biodiversidade e, com isso, gerar vários problemas ambientais, sociais e econômicos (Scapin *et al.*, 2007; Kuerten *et al.*, 2009). Em consequência disto, estudos relacionados à dinâmica fluvial ganhou importância nas últimas décadas, principalmente pelo comprometimento dos recursos hídricos (Walker, 1999).

Diante da importância dos estudos sobre a dinâmica fluvial e o uso e ocupação da terra nas bacias hidrográficas, alguns trabalhos podem ser destacados, tais como: Santos (2014) na bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, Silva (2009) trabalhando a dinâmica fluvial e o processo de ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do córrego das Pitas - MT, Souza e Cunha (2012) trabalhando a evolução das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da Ilha de Taianã – MT.

Este estudo teve como objetivo analisar as variáveis hidrodinâmicas e transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Branco, localizada no estado de Mato Grosso, Brasil.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1. Área de Estudo**

A bacia do rio Branco localizada entre as coordenadas geográficas de 14° 59' 00" a 15° 20' 00" de latitude Sul e 57° 58' 00" a 58° 26' 00" de longitude Oeste, no estado de Mato Grosso, Brasil, com área de aproximadamente 1.027,80 km<sup>2</sup>, sua nascente principal encontra-se no Planalto dos Parecis. O rio Branco deságua na margem esquerda do rio Cabaçal no município de Lambari D'Oeste. Possui cerca de 100 afluentes.

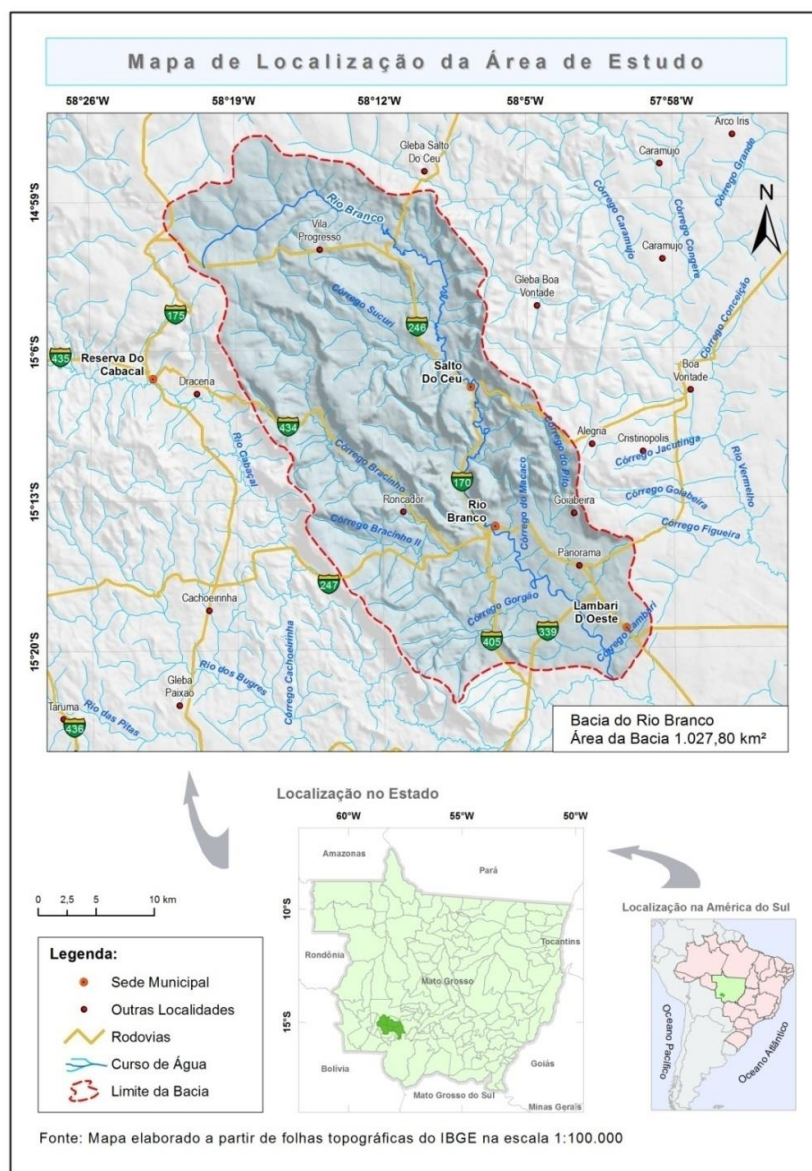


Figura 01 – Localização da bacia do rio Branco, nos municípios de Reserva do Cabaçal, Salto do Céu, Rio Branco e Lambari D' Oeste, Mato Grosso.

## 2.2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi realizada em três etapas: gabinete, campo e laboratório.

### 2.2.1. Etapa de gabinete:

A pesquisa bibliográfica consistiu em uma parte da etapa de gabinete, foram realizadas leituras minuciosas de obras sobre a temática e referente a área de estudo.

Para calcular a área da seção foi utilizada a fórmula  $A=P.L$  (onde A é a área da seção, P é a profundidade e L é a largura do canal) e para o cálculo da vazão utilizou a fórmula  $Q=A.V$  (onde Q é a vazão, A é a área e V é a velocidade da água) (Cunha, 2008).

### **2.2.2. Trabalho em Campo**

A área de estudo foi dividida em dezesseis seções, sendo três seções no rio Branco e treze em afluentes. A pesquisa em campo foi realizada no período de estiagem para observação, coletas de amostras de sedimentos (fundo e suspensão) e medição da velocidade, fluxo e batimetria.

As amostras de sedimento de fundo foram obtidas com auxílio de draga do tipo “Van Veen” (amostrador de mandíbulas). Os sedimentos em suspensão foram coletados na garrafa de “Van Dorn”. Para medir a velocidade do fluxo utilizou-se o molinete fluviométrico, sendo considerada apenas a medida de velocidade a 20% de profundidade.

Para obtenção da batimetria usou ecobatímetro e para verificação da velocidade do fluxo usou o molinete fluviométrico. Para coletar os sedimentos suspensos usou-se a garrafa de Van Dorn e para os sedimentos de fundo utilizou-se a draga Van Veen.

### **2.2.3. Análises de laboratório**

#### **2.2.3.1. Análise dos sedimentos de suspensão**

Para análise dos sedimentos transportados em suspensão foi usado o método de evaporação. As amostras de sedimentos em suspensão foram acondicionadas em béqueres pesados anteriormente. Realizou-se secagem do material em estufa modelo TE-394/2, sendo os béqueres pesados três vezes com auxílio de balança analítica, onde, se obtiveram os valores de sedimentos em suspensão (mg/L) (CARVALHO *et al.*, 2000).

#### **2.2.3.2. Método de pipetagem (dispersão total)**

Para fracionamento do material de fundo em areia, silte e argila, utilizou-se o método de pipetagem - dispersão total (EMBRAPA, 1997).

#### **2.2.3.3. Método de peneiramento**

Para determinação do tamanho das partículas de sedimentos de fundo foi adotado o método de peneiramento. A fração de areia separada pelo método de dispersão total foi seca em estufa a 100°C. Posteriormente o material foi submetido ao processo mecânico de peneiramento no Agitador Eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi pesado separadamente, determinando as frações de areia (grossa, média e fina) (SUGUIO, 1973).



### 3. Resultados e discussão

A bacia hidrográfica do rio Branco possui 100 afluentes, com rede de drenagem de 626,8 Km de extensão, drenando uma área de 1027,8 km<sup>2</sup>. A cabeceira de drenagem do rio Branco se encontra entorno de 600 metros de altitude enquanto a foz está a cerca de 150 metros. O rio principal e seus afluentes percorrem áreas de planaltos, apresentando fluxo turbulento com presença de corredeiras e cachoeira. A gradiente contribui para ocorrência de vários níveis de base local, além de potencializar o transporte de materiais de fundo (Figura 02).



Figura 02 - Cachoeira Salto das Estrelas próximo a nascente do rio Branco (A). Voçoroca do córrego Quatorze próximo a nascente e a Cachoeira Salto das Estrelas (B). Cachoeira Salto do Céu no rio Branco (C). Cachoeira Poço Azul em contribuinte do córrego Bracinho (D). Córrego Bracinho e sua capacidade de transportar materiais grosseiros (E). Região da foz do rio Branco no seu leito é possível encontrar diversos tamanhos de fragmentos de rochas demonstrando sua capacidade de transporte.



A dissecação do relevo propicia canais encaixados com morfologia bem definida em praticamente toda a rede de drenagem. Apesar dos canais apresentarem características de tipo relativamente retilíneos em alguns trechos é encontrado meandros encaixados. Quanto ao padrão de drenagem pode-se caracterizar como subparalelo, pois mesmo tendo escoamento paralelo não se mantém a regularidade característica do padrão paralelo.

### **Afluentes do Rio Branco**

Córrego Quatorze possui em torno de 5 km de extensão. Nasce da serra do Roncador/Salto do Céu, com ocorrência da Formação Utiriti, sua nascente encontra-se 580 m de altitude, deságua na margem direita do rio Branco, com uso para pastagens. Observou a presença de seixos rolados e fragmentos de rochas (4 a 12 cm).

Córrego Faz Lalau possui cerca de 1 km de extensão. Nasce no Planalto dos Parecis, na Formação Utiriti, sua nascente encontra-se a 541m de altitude, deságua na margem esquerda do rio Branco, com uso para pastagens. Seu leito possui areia.

Córrego Santa Virginia possui em torno de 17 km de extensão. Nasce da serra do Roncador/Salto do Céu, tem ocorrência da Formação Morro Cristalino no alto curso e Formação Vale da Promissão no baixo curso, sua nascente se situa a cerca de 630 metros de altitude, deságua na margem esquerda do rio Branco. O uso designa-se a pastagens, no leito possui areia.

Córrego Rio Negro possui cerca de 20 km de extensão. Nasce da serra do Roncador/Salto do Céu, com ocorrência da Formação Morro Cristalino no alto curso, Formação Vale da Promissão no médio curso e Grupo Rio Branco no baixo curso, sua nascente encontra-se a 568m de altitude, deságua na margem direita do rio Branco, uso é para pastagens. Observou a presença de seixos rolados e fragmentos de rochas (05 a 20 cm).

Córrego das Pedras possui 13 km de extensão. Nasce na serra Roncador/Salto do Céu e deságua na Depressão do Alto Paraguai, com ocorrência da Formação Morro Cristalino no Alto Curso e Formação Vale da Promissão no baixo curso, sua nascente encontra-se a 480 m de altitude, e deságua na margem direita do rio Branco, com uso para pastagens. Observou a presença de seixos rolados e fragmentos de rochas (6 a 40 cm).

Córrego Bracinho III possui cerca de 4,9 km de extensão. Nasce na serra do Roncador/Salto do Céu, com ocorrência da Formação Fortuna, sua nascente se situa 475m de altitude, deságua na margem direita do córrego Bracinho, o uso se destina a pastagens. No leito possui areia.

Córrego da Onça possui 4.1km de extensão. Nasce da serra do Roncador/Salto do Céu, com ocorrência da Formação Morro Cristalino no alto curso e Formação Vale da Promissão no baixo curso, sua nascente encontra-se a 430 m, deságua na margem direita do rio Branco, o uso se destina a pastagens. Observou a presença de seixo e fragmentos de rochas (4 a 48 cm).

Córrego do Pito possui 24,30 km de extensão. Nasce na serra do Roncador/Salto do Céu e deságua na Formação Vale da Promissão, com ocorrência do Grupo Rio Branco no alto curso e Depressão do Alto Paraguai no baixo curso, sua nascente encontra-se a 491m de altitude, deságua na margem esquerda do rio Branco. O uso se destina a pastagens. Observou a presença de seixos rolados e fragmentos de rochas (8 a 32 cm).

Córrego São Pedro possui 3,41km de extensão. Nasce na Depressão do Alto Paraguai e deságua nas Planícies Fluviais, com ocorrência da Formação Pantanal no alto curso, Depressão do Alto Paraguai no médio curso e Aluviões no baixo curso, sua nascente está a 202 metros de altitude, deságua na margem esquerda do rio Branco. O uso se destina a pastagens e a agricultura (cana de açúcar), possui areia em seu leito.

Córrego Lambari possui 5,6km de extensão. Nasce na Depressão do Alto Paraguai, com ocorrência da Formação Pantanal no alto curso e Formação Vale da Promissão no baixo curso, sua nascente está a 201m de altitude, deságua na margem esquerda do rio Branco. O uso se destina a pastagens e ao cultivo de cana de açúcar. Observou a presença de areia no leito.

Córrego Bracinho possui 51,19 km de extensão. Nasce na serra do Roncador/Salto do Céu e deságua na Depressão do Alto Paraguai, com ocorrência da Formação Utiriti no alto curso, Formação Fortuna no médio curso e Formação Vale da Promissão no baixo curso, sua nascente encontra-se a 650 m de altitude, deságua na margem direita do rio Branco. O uso se destina a pastagens. Observou a presença de seixos rolados e fragmentos de rochas (4 a 30 cm).

As seções I, XI e XVI correspondem o leito do rio Branco (alto, médio e baixo curso). No alto curso (seção I) a velocidade registrada foi de 0,5m/s, a profundidade média de 0,36 m, com 3,48m de largura e vazão de 0,626 m<sup>3</sup>/s. No médio curso (seção XI) a velocidade registrada foi de 0,2m/s, a profundidade média registrada foi de 0,55 m, com 25,8m de largura e vazão de 2,838 m<sup>3</sup>/s. No baixo curso (seção XVI) a velocidade registrada foi de 0,31m/s, a profundidade de 0,49 m, com 32 m de largura e vazão de 4,861 m<sup>3</sup>/s (Tabela 1).

Na seção XV localizada no córrego Bracinho onde a profundidade média é de 0,55m, com 16,33m de largura, velocidade 0,22m/s e vazão 1,976m<sup>3</sup>/s. Além de possuir a maior vazão entre todos os afluentes do rio Branco esse córrego é também o mais extenso com 51,19 km.

As seções IV e IX registram menor vazão, sendo, 0,012m<sup>3</sup>/s e 0,005m<sup>3</sup>/s respectivamente, com velocidade de 0,16m/s em ambas. Os sedimentos transportados em suspensão nas seções I, XI E XVI (canal principal), se mantiveram estáveis com 40 mg/L a montante e 60mg/L a jusante. Quanto aos canais secundários os que representaram menor composição de sedimentos em suspensão foram a seção II, VII e XIV, composta de pequenos corpos d'água.

Tabela 01 – Informações sobre a hidrodinâmica, sedimentos em suspensão e turbidez da bacia do rio Branco.

<b>Curso de água</b>	<b>Seção</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Larg. (m)</b>	<b>Área da Seção (m²)</b>	<b>Vel. (m/s)</b>	<b>Vazão (m³/s)</b>	<b>Turbi dez (UTN)</b>	<b>Sedimentos suspenso mg/L</b>
Rio Branco (prox. a nascente)	I	0,36	3,48	1,25	0,50	0,626	8,88	40
Córrego Quatorze	II	0,27	1,61	0,43	0,04	0,017	2,23	30
Córrego Quatorze	III	10	1,52	15,2	0,23	0,034	50,6	280
Córrego faz Lalau	IV	0,06	1,30	0,08	0,16	0,012	10,2	40
Córrego Santa Virginia	V	0,38	6,31	2,4	0,19	0,456	5,23	40
Córrego Rio Negro	VI	0,20	4,40	0,88	0,27	0,238	3,25	80
Córrego das Pedras	VII	0,11	3,0	0,33	0,17	0,056	7,91	30
Córrego Bracinho 3	VIII	0,14	1,68	0,23	0,17	0,040	5,16	40
Córrego da Onça	IX	0,03	1,10	0,03	0,16	0,005	5,94	40
Córrego do Pito	X	0,12	1,36	0,16	0,22	0,036	5,79	80
Rio Branco	XI	0,55	25,8	14,2	0,20	2,838	8,37	60
Córrego do Pito	XII	0,35	7,41	2,57	0,33	0,856	9,77	60
Córrego São Pedro	XIII	0,24	2,95	0,71	0,12	0,085	11,09	80
Córrego Lambari	XIV	0,20	0,90	0,18	0,24	0,043	5,39	20
Córrego Bracinho	XV	0,55	16,33	8,98	0,22	1,976	7,99	60
Rio Branco	XVI	0,49	32	15,7	0,31	4,861	12,85	60

As seções II e III estão no córrego Quatorze. A seção II registrou a concentração de sedimentos suspensos 30mg/L e na seção III a jusante a concentração de material suspensos foi de 280mg/L. O aumento da carga suspensa está associado ao processo erosivo (voçoroca).

A turbidez variou de 2,23 a 12,85 UTN exceto na seção III (50,6 UTN), devido à carga de sedimentos transportados pelo canal de drenagem da voçoroca acima citada. (Tabela 01).

Na composição granulométrica de sedimentos de fundo prevaleceu a presença das porções de areia, com destaque a areia fina. A seção I não houve sedimentos de fundo devido ao leito rochoso associado à velocidade do fluxo. A fração de areia grossa foi encontrada em maior quantidade nas seções VII (52,95%), IX (36,95%) e XIV (45,925%). Nas demais seções

predominou a fração areia fina, com destaque para a seção V com 99,05% do total. A porção areia fina praticamente dobrou na seção III em comparação com a seção II, demonstrando que o processo erosivo presente entre as duas seções está contribuindo para o acúmulo de areia fina no leito. (Tabela 02).

Tabela 02 - Composição Granulométrica dos sedimentos de fundo.

Curso de água	Seção	Areia Grossa %	Areia Média%	Areia Fina %	Silte %	Argila %
Rio Branco (prox. a nascente)	I					
Córrego Quatorze	II	27,8	25	45,95	0,8	0,45
Córrego Quatorze	III	0	0,43	98,5	0,65	0,425
Córrego faz Lalau	IV	0,05	0,08	97,7	1,775	0,4
Córrego Santa Virginia	V	0,15	0,4	99,05	0,05	0,35
Córrego Rio Negro	VI	16,4	33	50,15	0,15	0,35
Córrego das Pedras	VII	52,95	20,9	22,2	3,4	0,55
Córrego Bracinho	VIII	24,95	9	62,7	2,7	0,65
Córrego da Onça	IX	36,95	28,2	27,25	7,075	0,55
Córrego do Pito	X	11,1	8,75	72,15	7,25	0,75
Rio Branco	XI	11,45	19,1	68,85	0,25	0,35
Córrego do Pito	XII	1,8	17,6	76,9	3,35	0,35
Córrego São Pedro	XIII	9,25	18,1	69,65	2,65	0,4
Córrego Lambari	XIV	45,925	14,9	28,5	9,875	0,85
Córrego Bracinho	XV	3,125	23,7	71,8	0,925	0,45
Rio Branco	XVI	8,88	10,32	76,92	3,4	0,48

A maioria dos canais apresentam débitos reduzidos que limitam sua capacidade de transporte de materiais mais grosseiros no período de estiagem, porém as grandes quantidades de fragmentos de rochas de diversas dimensões encontradas em seu leito demonstram que no período chuvoso as enchentes potencializadas pela acentuada declividade do terreno tracionam essa capacidade.

#### 4. Considerações finais

A bacia hidrográfica do rio Branco possui uma área drenada de 1027.8 km<sup>2</sup>. A vazão do canal principal no alto curso foi de 0,626 m<sup>3</sup>/s, no médio curso de 2,838 m<sup>3</sup>/s e no baixo curso de 4,861 m<sup>3</sup>/s. O córrego Bracinho, principal afluente do rio Branco, com 51,19km de extensão registrou vazão de 1,976m<sup>3</sup>/s. As seções IV e IX foram as que demonstraram menores vazões, sendo, 0,012m<sup>3</sup>/s e 0,005m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

Os sedimentos transportados em suspensão variaram entre 40 mg/L e 80mg/L, exceto na seção III que apresentou 280mg/L. A turbidez variou de 2,23 a 12,85 UTN, porém na seção III foi registrado 50,6 UTN. A elevação na carga de sedimentos em suspensão e na turbidez na seção III está associada aos processos erosivos. Quanto a composição granulométrica de sedimentos de fundo predominou as frações de areia, com destaque a areia fina.

O estudo demonstrou que na carga de sedimentos de fundo há maior predominância de sedimentos grosseiros no rio Branco, podendo ser relacionada à turbulência do fluxo que faz com que a argila e o silte sejam transportados em solução. A falta de cobertura vegetal facilita o desprendimento de partículas do solo, aumentando a sedimentação da bacia. O relevo acidentado potencializa a capacidade de transporte de materiais pesados incluindo seixos, matacões e blocos, além de grande quantidade de areia. A formação geológica na cabeceira de drenagem deu origem a solos com grande proporção de areia que ficam suscetíveis a processos erosivos causando assoreamento do leito do rio Branco.

## 5. Bibliografia

Barrella, W. et al. (2000). As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In *Matas ciliares: Conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H. F. L. Filho, eds.). EDUSP, São Paulo, p.187-207.

Carvalho, N. O. et al. (2000). *Guia de pratica sedimentométricas*. Brasília: ANEEL.

Christofoletti, A. (1977). *Geomorfologia*. São Paulo: Hucitec.

Christofoletti, A. (1980). *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blucher.

CUNHA, S. B. (2009). Geomorfologia fluvial. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*, Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil.

Embrapa. (1997). *Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

Kuerten, S.; Santos, M. L. & Silva, A. (2009). Variação das características hidrossedimentares e geomorfologia do leito do rio Ivaí - PR, em seu curso inferior. *Geociências* [Online], 28 (2), 143-151. Disponível em: [http://www.revistageociencias.com.br/28\\_2/Art%2003\\_Kuerten.pdf](http://www.revistageociencias.com.br/28_2/Art%2003_Kuerten.pdf). [Acedido em 04 de março de 2016].

Santos, M. et al. (2014). Análise sedimentológica do alto curso da bacia hidrográfica do córrego Cachoeirinha, sudoeste de Mato Grosso. *Revista Geonorte* [Online], 10 (1), 162-166. Disponível em: <http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/article/15/AN%C3%81LISE%20SEDIMENTOL%C3%93GICA%20DO%20ALTO%20CURSO%20DA%20BACIA%20HIDROGR%C3%81FICA%20DO%20C%C3%93RREGO%20CACHOEIRINHA.pdf>. [Acedido em 11 de março de 2016].

Scapin, J.; Paiva, J. B. D. & Beling, F. A. (2007). Avaliação de Métodos de Cálculo do Transporte de Sedimentos em um Pequeno Rio Urbano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* [Online], 12 (4) 05-21. Disponível em: <http://jararaca.ufsm.br/websites/paiva/download/ScapinRBRH.pdf>. [Acedido em 22 de fevereiro de 2016].

Silva, L. N. P. (2009). *Bacia hidrográfica do córrego das Pitãs-MT: dinâmica fluvial e o processo de ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos*. Dissertação de Mestrado. Cáceres: Universidade do Estado de Mato Grosso.

Souza, C. A. et al. (2012). Ambiente do Corredor Fluvial do Rio Paraguai entre a Cidade de Cáceres e a Estação Ecológica In: *Bacia Hidrográfica Do Rio Paraguai – MT; Dinâmica das Águas, Uso e Ocupação e Degradação Ambiental*. (org) SOUZA C. A. e SOUSA J. B. São Carlos: Editora Cubo.

Suguio, K. (1973). *Introdução a sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blucher.

Tucci, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS.

Walker, J. (1999). The Application of Geomorphology to the Management of River-Bank Erosion. *Water and Environment Journal*, 13(4), 297-300.



## ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E GEOLÓGICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARAPÁ, MATO GROSSO, BRASIL

R. M. Padilha<sup>(a)</sup>, T. E. Lima<sup>(b)</sup>, J. D. Oliveira<sup>(c)</sup>, C. A. de Souza<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
rinaldomarques@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
lima.thales@outlook.com

<sup>(c)</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
josioldorriguette@hotmail.com

<sup>(d)</sup> Departamento de Geografia, Campus Cáceres - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
celiaalvesgeo@globo.com

### Resumo

O estudo objetivou realizar um levantamento da ocorrência litológica e a compartimentação geomorfológica na bacia hidrográfica do rio Carapá, contribuinte da margem esquerda do rio Teles Pires, no Estado de Mato Grosso, Brasil. Para caracterização das unidades geomorfológicas e da ocorrência geológica usou informações disponibilizada pelo projeto RADAMBRASIL. Na confecção dos mapas usou a ferramenta do software Arcgis. Foram realizados trabalhos de campo para observação e caracterização dos elementos ambientais e confirmação das informações obtidas nos mapas. A caracterização da geomorfologia e geologia na bacia hidrográfica do rio Carapá mostrou que a bacia possui três unidades de relevo: Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional e Planalto dos Parecis subdividido em: Planalto dos Parecis com forma tabular e Planalto dos Parecis com superfícies erosivas. Quanto à geologia, registrou a ocorrência Formação Iriri que predomina na bacia, o Complexo Xingu e a Formação Dardanelos.

### 1. Introdução

Uma bacia hidrográfica constitui-se de um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, em que se verifica a concentração das águas das chuvas nas depressões longitudinais, escoando dos pontos mais altos para os mais baixos (GUERRA e GUERRA, 2008). Nela, ocorrem interações entre vários fatores, tais como clima, geologia, vegetação, geomorfologia e solo que ao se inter-relacionarem, fornecem características e explicam o comportamento da bacia (SOUZA e CUNHA, 2012), além da interação dos elementos naturais com as pressões antrópicas (CUNHA e GUERRA, 2009).

Os elementos que compõem as características ambientais de uma determinada bacia hidrográfica não são isolados. O relevo é apenas um de seus integrantes e está relacionado com as rochas que o sustenta, com o clima que o esculpe e com os solos que o recobre. Através de uma ação simultânea, embora de forma desigual, ao longo do tempo e do espaço todos se modificam continuamente, influenciando e sendo influenciados. Desse modo, através de estudos



ambientais, os resultados servem de indicadores às potencialidades dos recursos naturais e, ao mesmo tempo, às fragilidades locais (ROSS, 2009).

Segundo Suguio e Bigarella (1990) a ocorrência geológica e os aspectos geomorfológicos influenciam diretamente no condicionamento do escoamento superficial (deflúvio) em uma bacia hidrográfica, indicando a quantidade total das águas das precipitações que alcançam o canal fluvial.

A Geomorfologia é a área responsável por explicar as formas de relevo, sua formação e composição, bem como os processos que nela atuam (FLORENZANO, 2008). Desta forma, a geomorfologia fluvial ocupa-se em relacionar as condições de relevo com o escoamento dos rios, estabelecendo relações entre os processos erosivos e de deposição que resultam do escoamento da água nos canais fluviais (NOVO, 2008).

Santos (2004) descreve que o entendimento geológico é importante para compreender a origem, formação e evolução das estruturas rochosas que influenciam na formação dos solos dentro da bacia. Dessa forma, a Geologia é fundamental para entender a origem das rochas, bem como, as características que levam aos processos intempéricos.

A geologia consiste no estudo da composição das propriedades físicas e estruturais, bem como na explicação das inúmeras forças naturais, dos processos geológicos, a compreensão desse sistema como um todo é fundamental uma vez que a geologia se caracteriza por sua natureza investigativa (POOP, 2010).

O levantamento das características ambientais que compõem uma bacia hidrográfica é um instrumento de pesquisa que permite conhecer a sua estrutura e funcionamento. Os resultados desses estudos são bons indicadores do potencial de recursos naturais que a bacia pode oferecer, bem como o apontamento das suas fragilidades (ROSS, 2009). Estas características, em uma bacia, estão relacionadas aos aspectos geológicos, às formas de relevo, aos processos geomorfológicos e às características hidrológicas e climáticas, assim como à biota e à ocupação da Terra (TORRES et al., 2012).

O estudo objetivou realizar um levantamento da ocorrência litológica e a compartimentação geomorfológica na bacia hidrográfica do rio Carapá, contribuinte da margem esquerda do rio Teles Pires, no Estado de Mato Grosso, Brasil.

## **2. Material e métodos**

A bacia hidrográfica do rio Carapá possui a área de 1.384,85 km<sup>2</sup> localiza-se entre as coordenadas geográficas de 10°26' a 10°54' de latitude Sul e 55°17'a 55°52' longitude. Possui

suas nascentes no Planalto dos Parecis e percorre a Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.

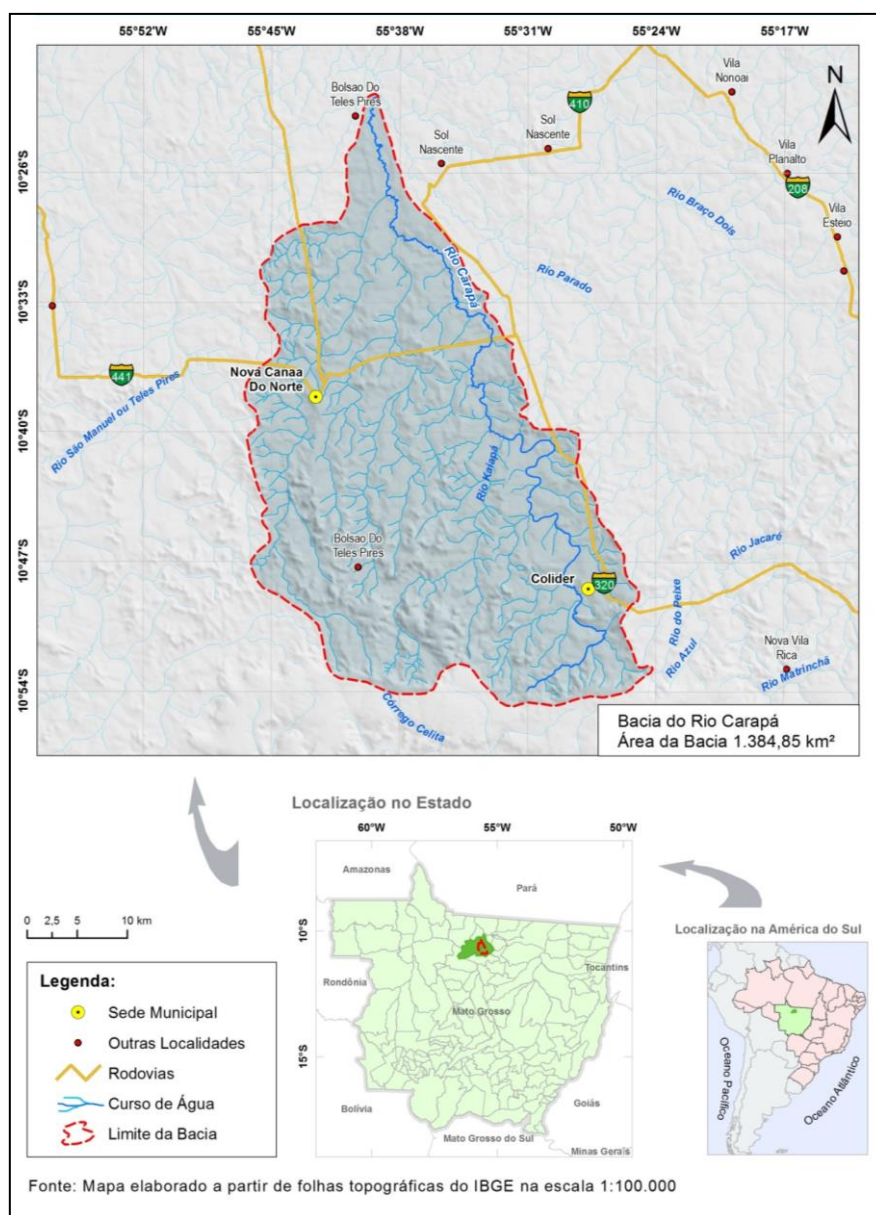


Figura 01- Localização da bacia hidrográfica do rio Carapá

A caracterização dos elementos ambientais (relevo e geologia) foi realizada por meio da compilação das informações disponibilizada pelo projeto RADAMBRASIL folha SC.21 Juruena (1980) escala 1:1.000.000, sendo também usado os dados para confecção dos mapas temáticos. Consultou os arquivos da SEPLAN (Secretaria e Planejamento de Mato Grosso) IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Para confecção dos mapas geomorfológico e geológico usou a base cartográfica do RADAMBRASIL (1980), usando a ferramenta do software Arcgis 10.2.2 para produzir os mapas. Foram realizados trabalhos de campo para observação e caracterização dos elementos ambientais e confirmação das informações obtidas nos mapas.

### 3. Resultados e discussão

#### Geomorfologia

A bacia hidrográfica do rio Carapá possui três unidades de relevos. A Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional (1364,05 Km<sup>2</sup>); e Planalto dos Parecis subdividido em: Planalto dos Parecis com forma tabular (36,07 Km<sup>2</sup>) e Planalto dos Parecis com superfícies erosivas (46,72 Km<sup>2</sup>).

Quadro 1 – Geomorfologia, os aspectos morfoestruturais e a litologia da bacia hidrográfica do rio Carapá

<b>Geomorfologia</b>	<b>Aspectos morfoestruturais</b>	<b>Litologia</b>
Planalto dos Parecis com forma tabular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- escudos antigos em Intrusões e coberturas residuais de Plataformas;</li> <li>- Planalto com formas dissecadas tabulares;</li> <li>- Formas tabulares, com vertente escarpada;</li> <li>- processos erosivos atuais: sulcos e ravinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação Dardanelos arenitos</li> <li>- Formação Iriri</li> </ul> <p>Rochas Vulcânicas - ácidas (riodacitos e dacitos), intrusivas ácidas (adamelitos e granitos) e piroclásticas (tufo). Intercalado com arenitos, arcóseos, conglomerados polimícticos, folhelhos e siltitos</p>
Planalto dos Parecis com superfícies erosivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- escudos antigos em Intrusões e coberturas residuais de Plataformas;</li> <li>- Planalto com formas erosivas, com presença de morros convexos isolados;</li> <li>- Formas convexas, com vertentes convexas;</li> <li>- processos erosivos atuais: sulcos e ravinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação Iriri</li> </ul>
Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vasta superfície rebaixada</li> <li>- Dissecada em formas dominante convexas</li> <li>- vales extensos e de fundo plano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formação Iriri</li> <li>- Complexo Xingu</li> </ul> <p>Formado por gnaisses, biotita e granitos</p>

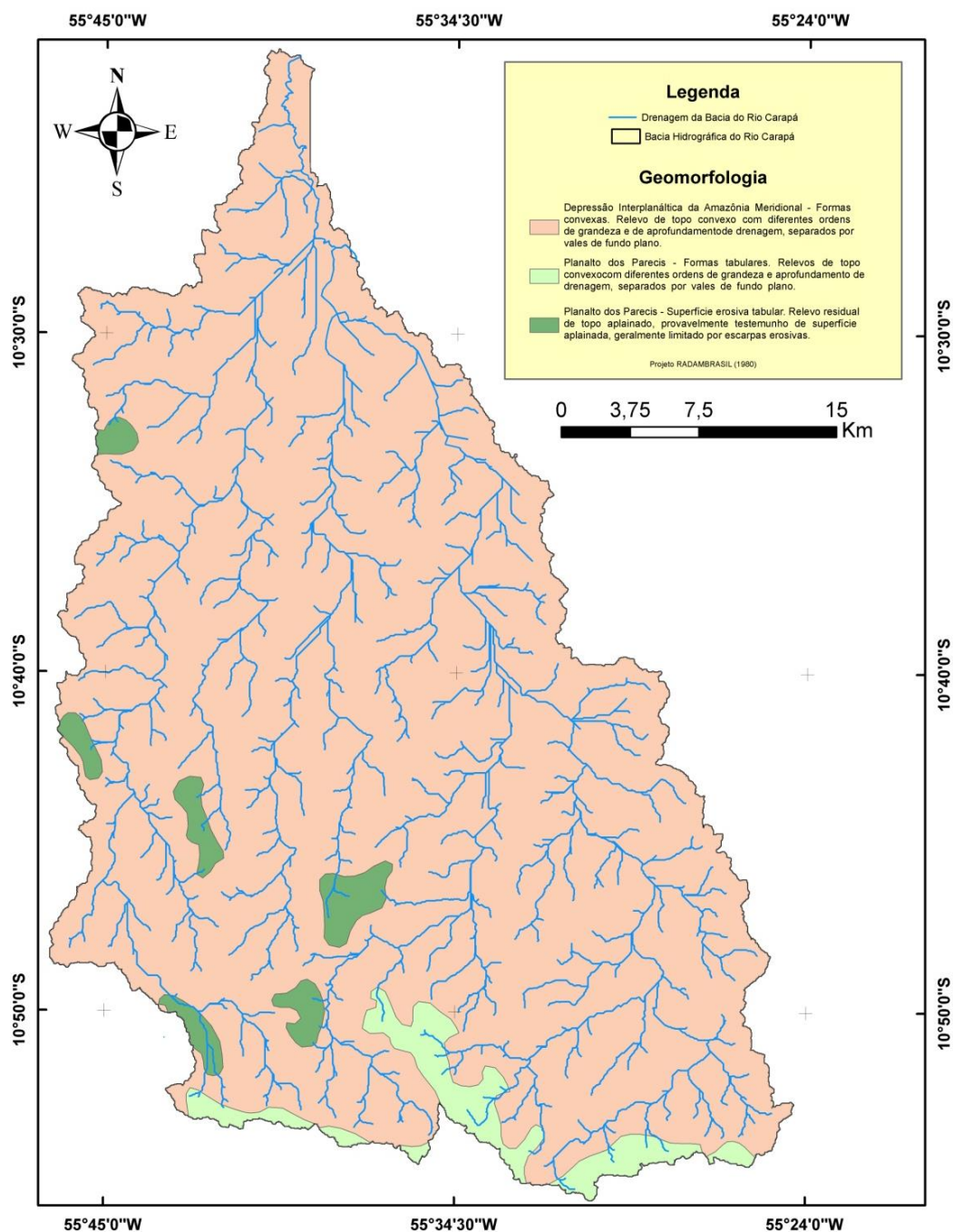


Figura 02 – Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Carapá

### Planalto dos Parecis

O planalto dos Parecis trata-se de um compartimento relativamente homogêneo com altimetrias que variam de 400 a 350 m, de leste para oeste (KUX, BRASIL E FRANCO, 1979). Embora a grande característica do planalto seja sua continuidade e relativa homogeneidade devido à predominância de formas dissecadas tabulares, o grau de intensidade da dissecação varia, aumentando de leste para oeste.

O planalto dos Parecis corresponde a Intrusões e coberturas residuais de Plataformas, sendo constituído por coberturas sedimentares residuais de diversos ciclos erosivos associados a intrusões graníticas, derrames vulcânicos, cuja litologia é datada do Cretáceo, com recobrimento descontinuado de detritos finos do terciário.

Planalto dos Parecis com forma tabular caracteriza-se por ser uma área dissecada em formas tabulares com espaçamento interfluvial, o relevo apresenta uma dissecação em formas tabulares amplas. Compreende uma vasta superfície topográfica homogênea e com certa similitude de formas de relevo, cortada por grandes eixos de drenagem. O padrão geral de drenagem é subdendrítico, com drenagem de primeira ordem expressiva em termos quantitativos. Esse compartimento encontra-se no alto curso da bacia, litologicamente registra ocorrência dos arenitos pré-cambrianos das Formações Dardanelos e Formação Iri.

O Planalto dos Parecis com superfícies erosivas encontram na bacia em feições isolados, constituindo a maior parte do relevo de topo contínuo e aguçado com diferentes ordens de grandeza e de profundidade de drenagem, geralmente separadas por vales e apresenta formas convexas. Apresenta formas erosivas de superfície tabular, relevo residual de topo aplanado, geralmente limitado por escarpas erosivas. Litologicamente registra a presença da Formação Iri.



Figura 03 – Vista panorâmica do Planalto dos Parecis e da Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional





Figura 04 - Superfícies erosivas nas bordas do Planalto dos Parecis

#### **Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional.**

A Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional, trata-se de uma superfície rebaixada, sendo dissecada em formas dominante convexas, com altimetrias que variam de 200 a 300m e drenagem organizada segundo padrão dendrítico. Com ocorrência de litologias pré-cambrianas do Complexo Xingu e as rochas Vulcânicas da Formação Iriri (RADAMBRIL, 1980).



Figura 05 - Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional

A depressão configura a mesma dissecação geral do piso regional do relevo, formas convexas. A topografia se torna muito aplainada com residuais expressivos. Após a faixa de relevos conservados, retornam as formas dissecadas. Trata-se de formas tabulares amplas, dessa topografia homogênea inúmeros relevos residuais, também dissecados.

A depressão constitui inicialmente uma superfície rebaixada e dissecada em formas convexas tipo, que interpenetra os relevos do Planalto Dissecado Sul da Amazônia. Em decorrência dessa penetração, a depressão comporta inúmeros relevos residuais e conjuntos mais expressivos de relevo dissecado. Nessa secção, a unidade foi elaborada nos granitos e gnaisses do Complexo Xingu, subordinadamente atingindo rochas vulcânicas da Formação Iriri (RADAMBRIL, 1980).

Em alguns setores o relevo deprimido, possui forma circular, com pequeno ressalto topográfico. O interior da depressão é bastante aplainado, delimitada por escarpas erosivas de pequeno ressalto. Apresenta uma conformação elipsoidal com o interior aplainado, mas com uma suave dissecação originando formas tabulares amplas.

Para o sul, no contato com o Planalto dos Parecis, a depressão estabelece uma reentrância na borda do planalto, que configura um cotovelo, mudando sua direção de sudoeste-nordeste para leste-oeste. Trata-se de uma região de contato entre os arenitos da Formação Dardanelos e as rochas Vulcânicas da Formação Iriri.

Observa a presença de matacões. Os matacões têm geralmente a cor esbranquiçada e ocupam as vertentes dos relevos dissecados em formas convexas, sua ocorrência está associada ao Complexo Xingu.

## **Geologia**

Na bacia hidrográfica possui três ocorrências litológicas: Formação Iriri (1220,28 Km<sup>2</sup>) que predomina na bacia; o Complexo Xingu (188,33 Km<sup>2</sup>) que estende na parte nordeste da bacia; e a Formação Dardanelos (5,66 Km<sup>2</sup>) encontradas em pequenas proporções no alto curso da bacia (Figura 6).

### **Formação Iriri**

O nome Formação Iriri foi proposto por SUDAM (1972) que identificaram ignimbritos, riolitos, dacitos, estes representantes da fase efusiva à qual sucedem etapa de intrusões ácido-intermediárias, na forma de granófiro, microgranito, diorito, riolito e andesito.

Liberatore *et al* (1972) empregam a designação informal de Efusivas Ácidas aos quartzo-porfíros (riolitos), tufo, ignimbritos e aglomerado vulcânico, datados do Pré-Cambriano Superior. Araujo *et al* (1975) consideram a unidade Pré-Cambriano, as rochas vulcânicas ácidas (riodacitos e dacitos), intrusivas ácidas (adamelitos e granitos) e piroclásticas (tufo).

A Formação Iriri inclui vários tipos de rochas as vulcânicas ácido-intermediárias e respectivas piroclásticas, como arenitos, arcóseos, conglomerados polimícticos, folhelhos e siltitos.

Para Basei (1974) os tipos mais representativos desta unidade litoestratigráfica na área em pauta são os vulcanitos ácidos como riolitos, riodacitos e dacitos, seguindo-se os tufos, ignimbritos e aglomerados vulcânicos e, mais subordinadamente, os andesitos e basaltos. São incluídas nessa formação metavulcânicas cujo metamorfismo é admitido como de ação dinâmica e, também, rochas sedimentares associadas às eruptivas representadas por conglomerados polimicticos, arcóseos, metarcóseos, subgrauvaca vulcânica, quartzito cataclástico, quartzito felspático, chert, folhelhos e siltitos.

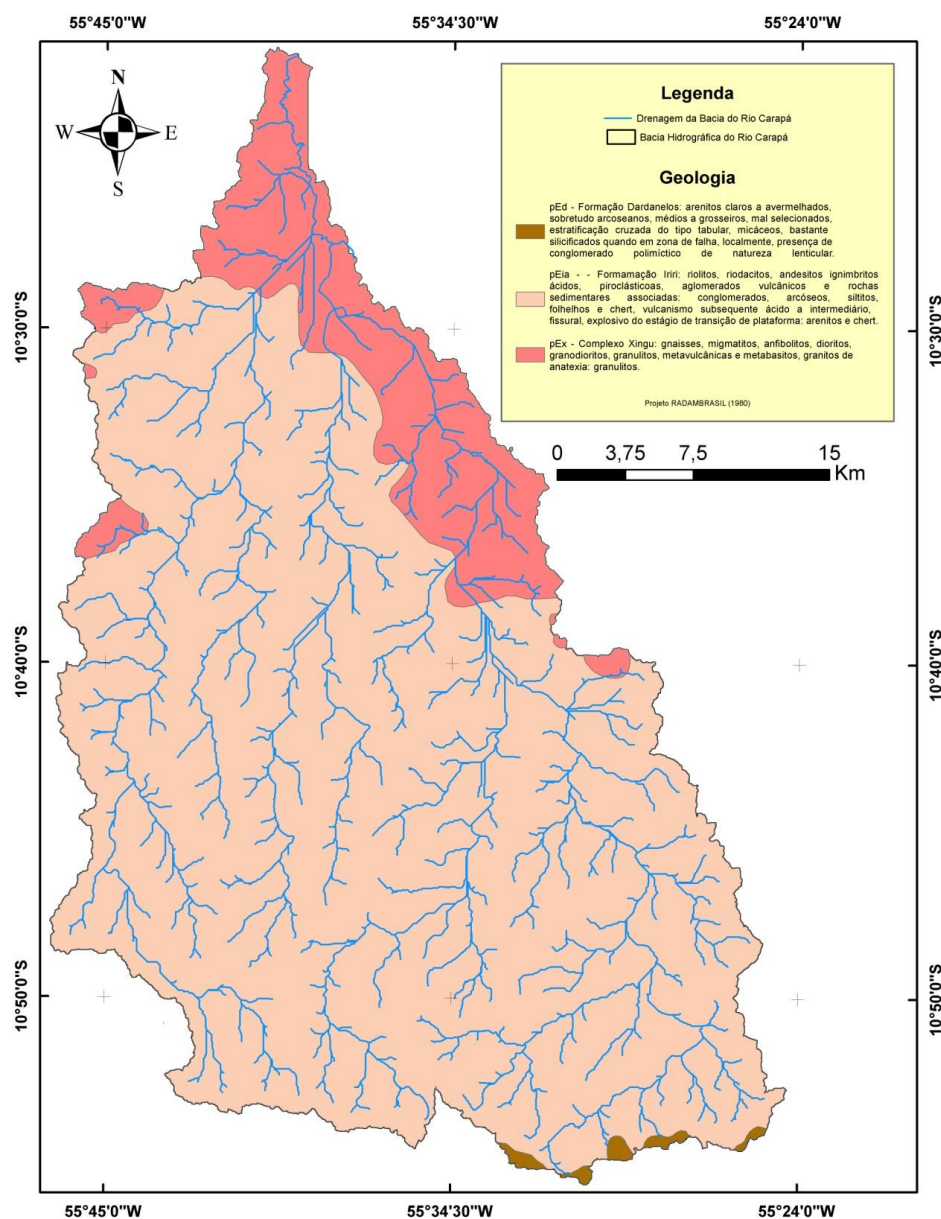


Figura 06 – Ocorrência litológica na bacia hidrográfica do rio Carapá



Amaral (1971) e Basei (1973) apresentam isócrona de  $1.645 \pm 83$  MA e  $1.693 \pm 21$  MA respectivamente, para o vulcanismo Iriri, G. H. Silva et al (1974) observam que os riolitos amostrados na porção norte da área em pauta apresentam idades no intervalo de 1.400 a 1.600 MA,

Basei (1974), ao abordar o magmatismo ácido na região meridional da Amazônia, refere-se a dois conjuntos vulcânicos datados em rocha total pelo método Rb/Sr que parecem evidenciar dois episódios vulcânicos. O primeiro ocorreu por volta de 1720 MA. O segundo ocorreu por volta de 1.560 MA.

### **Complexo Xingu**

O Complexo Xingu faz parte da unidade basal do Catron Amazônico. São as rochas mais antigas. Para Almeida e Nogueira Filho (1959) o Complexo do Xingu data Pré-Cambriano Indiferenciado ao complexo gnáissico-migmatítico orientado regionalmente, onde destacam granitos e granodioritos cataclasados e milonitizados bem como metassedimentos: quartzitos brancos, micáceos e granatíferos com transição para xistos, com feições estruturais.

Segundo o relatório do Radambrasil (1980), o Complexo Xingu é constituído por um conjunto de rochas polimetamórficas, formadas por biotita-gnaisses, principalmente variando lateralmente para biotita-hornblenda-gnaisses e hornblenda-biotita-gnaisses, além de anfibolitos, migmatitos, granitos de anatexia, granodioritos e rochas cataclásticas. Associados aos gnaisses, ocorrem veios e diques de pegmatitos, concordantes ou não com o bandejamento, além de rochas ácidas e básicas - ultrabásicas de caráter intrusivo

Suszczyński (1970) designa sequência de rochas quartzíticas, filitosas, xisto-micáceas, xisto-calcífera e anfibolítica que evolui de oeste para este, com direções gerais de NO-ESSE e ONO-ESSE, que caracteriza a porção centro-ocidental da “fase orogênica Rondônia” Rochas da fácies charnoquito, associadas a maciços e ultrabásicos isolados, ocupam uma posição central e mantêm a mesma orientação se estendendo até o sul de Mato Grosso; na direção Oriental a série se encontra sob a cobertura sedimentar dobrada “Cachimbo – Cubencranquém”.

Padilha *et al* (1974) chamam de Complexo Basal aos biotitagnais facoidais, leptinitos e gnaisses leptiníticos, granulitos, migmatitos, granitos, anfibolitos, granodioritos e rochas cataclásticas. Retiram do Complexo Basal a sequência metassedimentar descrita por Almeida & Nogueira Filho.

O Complexo Xingu é constituído de granitos, adamelitos granodioritos, quartzo dioritos, metabasitos, xistos e raros anfibolitos e granulitos. Para este grupo as características mineralógicas são: minerais essenciais, o quartzo, microclínio e plagioclásio. O varietal típico é a biota enquanto que os acessórios mais importantes são titanita, epidoto e hornblenda-hastingsítica. Apatita, opacos e zircão são muito frequentes e a muscovita, alanita, fluorita e

turmalina são ocasionais. Os constituintes secundários, na ordem de importância, são a sericita, argilo-minerais, óxido de ferro, leucoxênio e carbonatos (ALMEIDA, 1974b).

Basei (1974) menciona que acordo com os dados geocronológicos obtidos em amostras pertencentes ao Complexo Xingu, que apresentam a idade de 1.960 MA para o granito. Para o gnaiss da mesma localidade a idade de 1.870 MA

Basei & Teixeira (1975) apresentam algumas determinações K/Ar de rochas do embasamento. Os resultados evidenciam uma época do resfriamento regional desta parte do Craton do Guaporé e as amostras com Idades em torno de 1.350 MA sugerem que eventos metamórficos posteriores afetaram a área em questão.

### **Formação Dardanelos**

Almeida e Nogueira Filho (1959) chamam de Formação Dardanelos às camadas vulcano clásticas levemente metamorfoseadas e moderadamente deformadas de origem continental. Constitui-se de quartzitos tufáceos mais ou menos conglomeráticos e tufos, em parte ignimbríticos. Ocorrem de modo subordinado camadas de ardósia. Registra a ocorrência de arenitos feldspáticos e arcoseanos, arenitos silicificados, conglomerados polimícticos infraformacionais, subgrauvaca vulcânica e arcóseos. A Formação Dardanelos é um pacote sedimentar tipicamente continental.

Os arenitos apresentam cores variadas (cinza, creme, róseo, marrom-arroxeadado, cinza-claro), compondo-se principalmente de quartzo, grã fina a média, selecionamentos e grau de arredondamentos variado, ocorrendo, subordinadamente, feldspato, sericita e opacos. São friáveis ou tenazes, principalmente quando em zona de falha. São maciços ou bem estratificados (ALMEIDA, 1974b).

Os arcóseos têm cores cinza, chocolate e marrom-avermelhado, grã média dominante, tendo-se também fina e grosseira. O arredondamento e a seleção são bastante variados. Sua composição mineralógica é quartzo, feldspato, óxido de ferro e material argiloso.

No Mapa Geológico do Brasil, organizado por Almeida et al (1971), esta formação é colocada no Pré-Cambriano Inferior B, que na divisão adotada por esses autores corresponde ao intervalo de tempo de 900 a 1.300 MA.

### **4. Considerações finais**

Na caracterização da geomorfologia e geologia na bacia hidrográfica do rio Carapá mostrou que a bacia possui três unidades de relevo: Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional e Planalto dos Parecis subdividido em: Planalto dos Parecis com forma tabular e Planalto dos

Parecis com superfícies erosivas Quanto à geologia. Registrou a ocorrência Formação Iriri que predomina na bacia, o Complexo Xingu e a Formação Dardanelos.

## 5. Bibliografia

- ALMEIDA, F. F. M. (1974b). Evolução tectônica do Craton Guaporê comparada com a do Escudo Báltico. R. Bras. Geoci, São Paulo.
- ALMEIDA, F. F. M.; NOGUEIRA FILHO, J. V. (1959). Reconhecimento geológico no rio Aripuanã. B. Div. Geol. Mineral, Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, L. F. G. de et all. (1971) Sobre a geologia de Mato Grosso e suas ocorrências minerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25°, São Paulo. Resumo das comunicações. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, (Boletim especial, 1) p. 43.
- AMARAL, G. (1971) Considerações sobre a evolução tectônica da Amazônia na pré-cambriano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25°, São Paulo. Resumo das comunicações. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971 (Boletim especial, 1) p 161 - 162.
- ARAUJO, V. A de et al (1975). Projeto Manissauá-Missu. Reconhecimento geológico, relatório final Goiânia, DNPM/CRPM, 4v (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2442) v1.
- BASEI, M. A. S. & TEIXEIRA, W. (1975). Geocronologia e considerações estratigráficas preliminares da região Cachimbo-Dardanelos. Belém, Projeto RADAM. 19p (Relatório Interno RADAM, 37-G)
- BASEI, M. A. S. (1974). Estudo geocronológico do magmatismo ácido da região meridional da Amazônia In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28° Porto Alegre, 1974 Anais: Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia.
- BASEI, M. A. S. (1973) Geocronologia SB.22/SC.22 Belém, Projeto RADAM, Np. (Relatório Interno RADAM, 19-G)
- BASEI, M.A.S. & TEIXEIRA, W. (1975) Geocronologia do território de Roraima. In: Conferência Geológica Interguianas, Belém, MME/DNPM, Anais. 453-473.
- BRASIL, (1980) Departamento Nacional de Produção Mineral RADAMBRASIL – Folha SC.21 Juruena; geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial de terra. Rio de Janeiro.
- CUNHA, S. B. (2008) Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 211 – 234.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (2009) Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. (Orgs.). 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- FLORENZANO, T.G. (2008) Introdução à Geomorfologia. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos.
- GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. (2008) Novo dicionário geológico-geomorfológico. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- KUX, H. J. H.; BRASIL, A. E.; FRANCO, M. S. M. (1979). Geomorfologia In: BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 20 Guaporé. Rio de Janeiro.
- LIBERATORE, G. et al. (1972). Projeto Aripuanã-Sucundun, relatório final Manaus, DNPM/CPRM (Relatório de Arquivo Técnico da DGM, 2000).
- NOVO, E.M.L. de M. (2008) Ambientes Fluviais. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de textos.
- PADILHA, A. V. et al (1974). Projeto Centro-Oeste de Mato Grosso, relatório final Goiânia, DNPM/CPRM, 1974 4v (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2 2201).
- POOP, José Henrique (2010) Geologia geral, 6ª edição – Rio de Janeiro.
- ROSS, J. L. S. (2009) Geomorfologia ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). Geomorfologia do Brasil. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

- SANTOS, R. F. (2004) Planejamento Ambiental: teoria e Prática. Oficina de Textos. São Paulo.
- SILVA, G. H et al. (1974) Esboço geológico de parte da Folha SC-21 Juruena. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28º, Porto Alegre, 1974, Anais. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, v 4, p 309-320.
- SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. (2012) Feições morfológicas do rio Paraguai e sua dinâmica entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da Ilha de Taiaã-MT. In: SOUZA, C. A. (Org.). Bacia hidrográfica do rio Paraguai – MT: dinâmica das águas, uso, ocupação e degradação ambiental. São Carlos-SP: ed. Cubo.
- SUDAM. DRN; GEOMINERAÇÃO LTDA. (1972). Pesquisa mineral no IRIRI - CURUA: relatório preliminar. Belém: SUDAM.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. (1990) Ambiente fluvial. 2 ed. Florianópolis: ed. UFSC.
- SUSZCZYNSKI, E. F. (1970). La géologie et la tectonique de la plate-forme Amazonienne. Geol Rundsch. Stuttgart.
- TORRES, F.T.P.; NETO, R.M.; MENEZES, S.O. (2012) Introdução à Geomorfologia. São Paulo: Cengage Learning.



## CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA SUPERFICIAL NO MUNICÍPIO DE ITAARA/RS/BR

J. M. Oliveira<sup>(a)</sup>, E. M. Foletto<sup>(b)</sup>, R. C. Cruz<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento Geociências/CCNE, Universidade Federal de Santa Maria  
josielemadeira@hotmail.com

<sup>(b)</sup>Departamento Geociências/CCNE, Universidade Federal de Santa Maria  
efoletto@gmail.com

<sup>(c)</sup>Departamento Gestão Ambiental/ Universidade Federal do Pampa  
rafaelcabralcruz@gmail.com

### Resumo.

A Política Nacional de Recursos Hídricos prevê instrumentos de gerenciamento da Água, como: Plano de Bacia e o Enquadramento dos Recursos Hídricos. O objetivo do artigo é definir a classificação dos corpos de água, para subsidiar o enquadramento no município de Itaara – RS. Para a Classificação da água elaborou-se o mapa de uso da terra com cinco classes: corpos d'água; área urbana; campo; floresta e solo exposto. Identificados os usos definiram-se os pontos para a coleta da água. A qualidade da água foi analisada pelas variáveis: Oxigênio Dissolvido, pH, Condutividade Elétrica e temperatura da Água, totais de sólidos dissolvidos e coliformes totais e *Escherichia Coli*. A Resolução nº.357/05 do CONAMA foi utilizada para a classificação da água, as concentrações apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Classe II. Os indicadores da qualidade da água demonstram que o poder público municipal deverá implantar o Plano Ambiental Municipal, para a efetiva conservação do patrimônio natural do município.

**Palavras chave:** Gerenciamento, Qualidade da água, município de Itaara, Uso do solo

### 1. A Questão das águas no contexto atual

A água deve ser considerada como um patrimônio natural, gerenciada como um bem público, limitado, que esta vinculada ao desenvolvimento de atividades antrópicas. Com o passar dos anos a escassez e a degradação da qualidade da água vem se agravando e comprometendo a qualidade de vida da população. O gerenciamento da água em bacias hidrográficas de grande extensão apresenta-se como um desafio ainda maior, não somente pelo seu volume, mas por sua distribuição irregular, acrescida das atividades que geram a degradação da qualidade e a alteração do ciclo da água, podendo-se então usar as sub-bacias como unidade para um gerenciamento mais eficaz.

A interferência antrópica nos ecossistemas aquáticos gera a eutrofização, ou seja, aumento da quantidade de nutrientes na água como, nitrogênio e fósforo, oriundos de descargas de esgotos domésticos e industriais e cultivos agrícolas. Apesar dos instrumentos de controle de uso da terra e ordenamento territorial definido pelas Políticas Ambientais no País, o problema da contaminação de rios têm aumentado, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE (2012), através do *EcoDesenvolvimento Creative Commons* que divulgou os dados do IDS 2010

(Indicadores de Desenvolvimento Sustentável), que demonstram que rios brasileiros estão aumentando o seu nível de poluição, revelando quais bacias de água doce estão em situação mais crítica, os dez rios mais poluídos do Brasil, dentre eles, no Rio Grande do Sul, o Rio dos Sinos está em 4º lugar, o Gravataí em 5º e o Caí em 8º, demonstrando desta forma que o Estado têm muito a investir no gerenciamento dos Recursos Hídricos.

No Brasil a principal política para regulamentação dos recursos hídricos, é a Política Nacional de Recursos Hídricos, amparada pela Lei 9.433/97 e no Estado do Rio Grande do Sul a lei 10.350/94, que recomendou a bacia hidrográfica como a unidade ideal de gerenciamento da água, e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, coordenado pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) visam garantir às gerações futuras a disponibilidade dos recursos hídricos.

O SERH- Sistema Estadual de Recursos Hídricos, foi criado com o objetivo de coordenar os instrumentos essenciais à gestão integrada das águas, programar a Política Estadual de Recursos Hídricos, planejar, regular e controlar o uso, a preservação, a recuperação e a cobrança dos recursos hídricos. Os instrumentos para viabilizar sua implantação estão previstos na Lei 10.350/94, são eles: I- os Planos de Recursos Hídricos; II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; V - a compensação a municípios; VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Plano de Bacia entende-se como um pacto entre a sociedade civil e o poder público, para definir as diretrizes e ações voltadas ao aumento da oferta de água, e a melhoria da qualidade, gerenciando as demandas de uso da água sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social. Define ações e metas para conservar, recuperar e utilizar os recursos hídricos daquela bacia, Resolução 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente/CONAMA, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, define as Classes para as águas doces, salobras e salinas. As diferentes classes definem os limites individuais para cada substância em cada classe de elementos físicos, químicos e micro biológicos da qualidade requerida para os seus usos preponderantes, totalizando em treze classes, que vão desde a água potável da Classe especial, até a água de qualidade péssima, considerada classe 4. O objetivo é assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, e diminuir os custos de combate à poluição das águas. Os Planos de Bacia e o Enquadramento de recursos hídricos, definidos no âmbito de comitês de bacia hidrográfica, constituem exemplos dos processos de negociação social, que permite uma melhor explicitação da relação entre usos da água e objetivos de qualidade pretendidos, atrelados aos custos de investimento necessários para atingi-

los. O gerenciamento dos corpos d'água depende de ações conjuntas entre normas legais, esforço da sociedade, dos governos e dos usuários em geral, para garantir a melhoria qualitativa da água.

## **2. Caracterização da Área de Estudo: Município de Itaara/RS**

O presente estudo teve como objetivo classificar a água superficial de canais de dois rios no município de Itaara, localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, sub-bacias do rio Vacacaí-Mirim, tributário da Bacia do Guaíba e a do Rio Ibicuí-Mirim tributário da Bacia do Uruguai, que abrangem a área urbana e rural do município, que de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2010) possui uma área aproximada de 173 km<sup>2</sup>, sendo limitado pelos municípios de Júlio de Castilhos a nordeste, Santa Maria ao sul e São Martinho da Serra a noroeste. Na Microrregião de Santa Maria e na Mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense. Pela sua localização geográfica apresenta geologia da formação Botucatu juntamente com as Formações Caturrita e Santa Maria, de acordo com Gasparetto et al. (1988 apud SCHNEIDER, 2010), estas integram o Sistema Aquífero Guarani. A formação Botucatu devido a características específicas, permite uma alta absorção e transmissão de água. Apresenta no topo dos morros residuais a predominância de rochas efusivas básicas e ácidas da formação Serra Geral. No rebordo do planalto há predominância do basalto, também da formação Serra Geral, considerando que na porção inferior da encosta podem ser encontrados materiais sedimentares de basalto e arenito. A ocupação do município de Itaara divide-se em 30% do território formado por florestas em vales e os 70% restantes ocupados, predominantemente, por pequenas propriedades de até 20 ha (RODRIGUES, 2005). A população total do município de Itaara, segundo IBGE (2010) é de 5.010 habitantes, sendo que, a população urbana é de 4.151 habitantes e a população rural é de 1.314 habitantes, equivalente a 75,95% e 24,05%, respectivamente.

O território municipal de Itaara situa-se no divisor de águas que formam a drenagem de duas importantes bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul a do Vacacaí-Mirim, tributário da Bacia do Guaíba e a do Rio Ibicuí-Mirim tributário da Bacia do Uruguai. O Arroio Manoel Alves é um dos afluentes do Arroio Grande, integrante da bacia do Rio Vacacaí, da região hidrográfica do Guaíba. É responsável pelo abastecimento da maior parte da população urbana e rural do município de Itaara, contribuindo para a disponibilidade de água que forma os balneários de lazer e açudes nas áreas rurais. O lago da sede campestre da SOCEPE (Sociedade Concórdia Caça e Pesca), é o maior reservatório artificial do município, utilizado para o lazer e para abastecimento público através da Companhia Rio grandense de Saneamento (CORSAN) (SCHNEIDER, 2010).



### 3. Etapas Metodológicas

A metodologia utilizada baseou-se em pesquisas bibliográficas, para verificar o acervo de publicações sobre a área e o tema, pesquisa cartográfica, análise da Resolução 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, e de trabalhos de campo para: conhecer a área, visitar os técnicos da Prefeitura Municipal e coletar as amostras de água. Após análise dos documentos textuais e cartográficos existentes, foi realizada a interpretação e o georeferenciamento das cartas topográficas: Rio Guassupi SH. 22- V-C -3, Val de Serra SH.22 V-C-I-4, Camobi SH.22 V-C-IV-2 e Santa Maria SH.22-V-C-IV-1, em escala 1:50.000, contendo os seguintes temas: limite do município, rede de drenagem, curvas de nível, perímetro urbano, malha viária, através da interpretação geomorfológica foi possível definir o divisor de água das microbacias, para posterior determinação dos pontos de coleta da água.

Para a elaboração do mapa de uso da terra, realizou-se a interpretação do uso e cobertura vegetal, através de imagens de satélite do Software Google Earth (2012), foram definidas as seguintes classes: área urbana, solo descoberto, campo, corpos d'água e floresta, buscando posteriormente relacionar estes usos com a qualidade da água.

Em laboratório considerando o mapa de uso do solo, foram definidos a localização dos pontos de coleta das amostras de água, que foram escolhidos de forma a contemplar os diferentes usos e ocupação da área de captação e margens dos cursos d'água, situando-se a jusante de diferentes usos, para verificar a relação entre o uso e a qualidade da água. As drenagens próximas as nascentes, de 1ª ordem, com cobertura florestal e vertentes íngremes que não possuíam uso a montante foram contempladas com pontos de coleta.

Os procedimentos de coletas, acondicionamento e preservação das amostras, bem como as metodologias analíticas utilizadas seguiram os métodos estabelecidos em “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” editado pela *American Public Health Association* (APHA, 1995) e pela EMBRAPA<sup>1</sup>, que apresentam rotinas de coleta de amostras de água como, por exemplo, para rios de pequena vazão, em que as amostras sejam coletadas com auxílio de garrafas esterilizadas, em volume de aproximadamente 500 ml, devem ser posicionadas no sentido contrário a corrente, procurando evitar não tocar o fundo do rio, para que sedimentos do solo não influenciem nos resultados das análises. Estas garrafas devem ser identificadas conforme o número do ponto definido e após a coleta, devem ser acondicionadas em caixa térmica de isopor com gelo, até o transporte para o laboratório de análises de água, após chegarem ao mesmo são mantidas em geladeira. Uma data comum a todos os pontos foi estabelecida para a coleta, que feita ao longo da seção vertical na parte central do canal,

---

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Procedimentos para Coleta de Amostras de Água. Endereço Eletrônico: [http://www.cpatia.embrapa.br/a\\_unidade/instalacoes/laboratorios/laboratorio-de-solos/agua.pdf](http://www.cpatia.embrapa.br/a_unidade/instalacoes/laboratorios/laboratorio-de-solos/agua.pdf)

possibilitando, desta forma, obter-se a melhor representatividade possível da qualidade, apesar de tratar-se de águas correntes, que se misturam constantemente devido à turbulência natural.

#### **4. Classificação da água das microbacias do rio Vacacaí-Mirim e Ibicuí-Mirim no município de Itaara.**

A presente pesquisa utilizou como recorte geográfico do município de Itaara-RS, que situa-se no divisor de água de duas bacias. Após a classificação supervisionada foi possível identificar 5 classes de uso e cobertura do solo: Área urbana, floresta, campo, corpos d'água e solo exposto. (Figura 01), verifica-se que a maior área no município corresponde a áreas cobertas por vegetação esta ainda presente pela geomorfologia com vertentes íngreme. A classe floresta inclui a mata de espécies nativas de Mata atlântica, vegetação exótica e de matas galeria ao longo da rede de drenagem e a classe campo, se refere as áreas de vegetação campestre. A classe solo exposto inclui as áreas agrícolas, vale lembrar que a imagem é de dezembro e em prática nesta época do ano o solo está exposto sendo preparada para o plantio.

A área de floresta, de Mata Atlântica pertencente a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica está entre as áreas prioritárias de conservação definidas pela Política de Conservação do Estado do Rio Grande do Sul, além de ser área estratégica para a conservação da biodiversidade possui função importantíssima no processamento da água, possibilitando a regularização da vazão dos rios e a manutenção da qualidade da água, considerando que no município a água é utilizada para lazer e abastecimento humano. Através do mapa de usos e cobertura definiram-se os 4 pontos para a coleta da água, situados a jusante de diferentes usos para relacionar a qualidade com o uso.

Após a realização da etapa de laboratório os principais resultados obtidos por meio de análise das variáveis físicoquímicas estão na tabela (1), será mostrado em um comparativo com os valores obtidos das coletas e os padrões estabelecidos pela CONAMA (2005). Essa comparação possibilita verificar através dos parâmetros demonstrados que qualidade da água nas microbacias contempladas neste estudo corresponde as Classes I e II da Resolução 357/05 CONAMA.

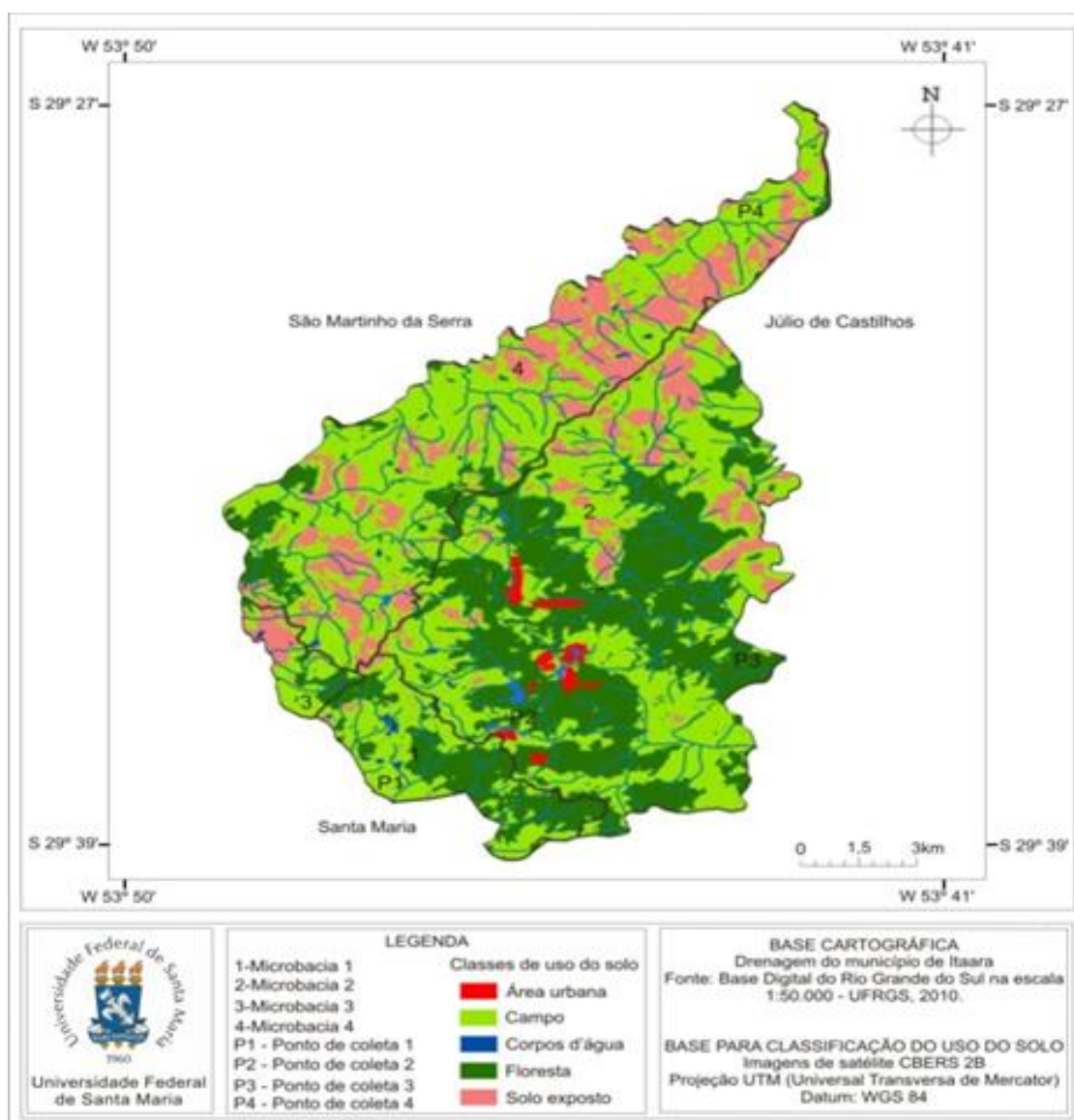


Figura 1 –Mapa de uso e cobertura do solo em Itaara

De acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA, as águas doces, de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões, pH entre: 6,0 a 9,0 o que se verifica em todos os pontos. O pH dos pontos analisados sofreu pequena variação de um ponto para outro, ainda que, os resultados obtidos mantiveram-se dentro dos limites estabelecidos pela referida resolução, as taxas menores permaneceram para os pontos 2 e 4. Nestes pontos o pH mostrou-se mais ácido em relação aos pontos 1 e 3, esta situação está relacionada ao despejo de esgoto doméstico da área urbana e ao uso de defensivos nas áreas de agricultura.

Esteves (1998) comenta que o pH apresenta influência no metabolismo das comunidades presentes no ambiente aquático, porém, pode ser influenciado pelo ar

atmosférico, água da chuva, águas subterrâneas, decomposição e respiração de organismos presentes no ambiente. Sendo assim, é um parâmetro de difícil interpretação. Os valores de pH para todos os pontos analisados apresentaram-se ligeiramente básicos e neutro, mas sempre de acordo com os estabelecidos pela legislação vigente (CONAMA – Resolução 357/05), que estabelece que a faixa de pH para as águas das Classes Especial, I e II, são destinadas, entre outros, à preservação da vida aquática, considera que valores de pH abaixo de 5, indicam acidez, e acima de 10, alcalinidade, que já podem provocar mortandade dos peixes.

Tabela I – Resultados das variáveis físico químicas

Parâmetro	Ponto	CONAMA*	Resultado
pH	1	6,0 a 9,0	8,08
	2		7,2
	3		8,3
	4		7,8
Oxigênio Dissolvido mg/L	1	não inferior a 6 mg/L	8.8
	2		7,1
	3		8.3
	4		7.6
Temperatura °C	1		12,6 °C
	2		13,9 °C
	3		12,3 °C
	4		12,9 °C
Condutividade elétrica $\mu\text{S cm}^{-1}$	1	> 100 $\mu\text{S/cm}$	89 $\mu\text{S cm}$
	2		44 $\mu\text{S/cm}$
	3		47 $\mu\text{S/cm}$
	4		43 $\mu\text{S/cm}$
Sólidos Totais Dissolvidos	1	500 mg/L	4,00 mg /L
	2		0,50 mg /L
	3		0,50 mg /L
	4		3,50 mg /L

As medidas de oxigênio dissolvido (OD) são muito importantes para a manutenção das condições vitais de um ambiente aquático. Segundo a resolução 357/05 do CONAMA seu valor não deve ser inferior a 6 mg/L e 5 mg/L em rios de classe 1 e 2 respectivamente. No presente estudo verificou-se que os valores de OD ficaram acima do preconizado pela legislação. Nos pontos 1 e 3 manteve-se entre (8,8mg/L e 8,3mg/L) respectivamente. No ponto 2, OD (7,1mg/L), devido a sua localização, mostrou-se inferior aos demais, essa condição indica contaminação proveniente de atividades antrópicas, tais como esgoto sanitário, que contém bactérias do grupo

coliforme (*Escherichia Coli*), expelidas nas fezes humanas e de animais. A mesma situação deve ser observada no resultado de OD encontrado no ponto 4 (7,6mg/L), neste ponto há uma quantidade significativa de gado, que utiliza a água do rio para dessedentação, situação observada no momento da coleta e confirmada pelo proprietário da área. Estas características contribuem para as correlações semelhantes às encontradas na classe área Urbanas, pois da mesma maneira a pecuária contribui para a contaminação bacteriana, por meio dos dejetos desses animais. Segundo Tundisi e Tundisi (2008) a respiração das plantas e animais e a atividade bacteriana do processo de decomposição são fontes importantes de perda de oxigênio na água.

Em relação à classe floresta e campo, predominantes no ponto 3 e 1 observa-se maior quantidade de OD. Segundo Lins et al (2001) a mata ciliar que circunda e protege os mananciais de água é principal responsável pela infiltração da água no solo, diminuição do escoamento superficial, e auxílio na biociclagem de elementos químicos e substâncias orgânicas nas margens dos corpos d'água, o que garante uma menor contaminação dos poluentes não pontuais, portanto esse resultado sugere que nestas áreas, há maior capacidade de absorção de nutrientes, em função da vegetação, contribuindo para o aumento da oxigenação da água.

Verificou-se que uma das maiores contribuições para contaminação do rio são os efluentes domésticos, uma vez que as variações nos resultados dos parâmetros OD, temperatura e pH foram mais significativas no ponto inserido na malha urbana.

A temperatura da água influencia os processos biológicos e reações químicas que ocorrem na água. Assim, nos meses quentes as reações bioquímicas entre o meio e os seres vivos aumentam, e a quantidade de gases, principalmente oxigênio dissolvido, diminui (PORTO et al 1991; ESTEVES 1998). Durante o período de coleta (junho/2013) a temperatura da água ficou próxima a temperatura do ar. Quanto à temperatura pode-se perceber que o ponto 2 apresentou temperatura ( 13,9 C°) mais elevada que os demais pontos como, esse resultado reporta-se novamente ao recebimento de um maior aporte de matéria orgânica vinda dos esgotos das residências.

Em se tratando de substâncias, conforme Esteves (1998), Porto (1991) a presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions é o que determina a condutividade elétrica da água. Os pontos analisados apresentam uma condutividade elétrica baixa com o exceção do ponto 1, que demonstrou valor mais elevado. A condutividade por apresentar capacidade em conduzir a corrente elétrica, está

relacionada com suas concentrações iônicas e da temperatura, o parâmetro fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente nas concentrações de minerais.

Como sugere Deberdt (2006) este parâmetro não determina especificamente quais os íons presentes na água, mas pode contribuir para possível detecção de impactos ambientais que estejam ocorrendo por conta de lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos. A partir disso, é possível associar o resultado do parâmetro encontrado no ponto 1, ainda que haja predomínio de floresta e campo, a condutividade mostrou-se elevada. É possível que as águas que escoam por esse ponto estejam recebendo descargas de efluentes doméstico, considerando a parcela de moradores rurais no entorno da área ou ainda a fenômenos naturais, no entanto, mantiveram-se dentro dos limites do CONAMA (2005) e do CETESB (2009) que definem que valores de condutividade superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados.

Neste ponto verificou-se também uma tendência maior a quantidade de sólidos dissolvidos, esta situação pode ser atribuída a falta de cobertura vegetal no ponto de coleta que deixa o solo desprotegido em torno das margens do rio, prejudicando a qualidade de água e causando erosão e assoreamento do rio, entretanto a quantidade de sólidos dissolvidos esteve abaixo do permitido por lei (até 500mg/L) de acordo com Resolução 357 do CONAMA

Muitos nutrientes, metaise pesticidas são facilmente absorvidos e transportados por partículas de sedimentos. Para Sperling (1996) os sólidos suspensos são derivados de areia, silte, microrganismos e restos de pequenos animais e vegetais com diâmetro superior a 10  $\mu\text{m}$ . Em relação aos sólidos, no ponto 4 a quantidade foi superior em relação aos ponto 2 e 3. Como nesse ponto há a influência de grandes áreas agrícolas, o aumento de áreas com solo exposto auxiliaram no transporte de sedimentos mais rápido ao corpo receptor, carreando diferentes poluentes agregados aos sedimentos ali presentes. Os valores de condutividade podem ser relacionados com o total de sólidos dissolvidos (TDS) da água de forma que quanto maior a condutividade medida, mais íons dissolvidos ela possui, o que ocorre com os resultados do ponto 1.

O ponto 3 está em uma área onde predominam as florestas, o campo e algumas propriedades agrícolas. Em locais com matas ou campos a cobertura vegetal causa uma maior infiltração devido a proporcionar uma barreira física ao escoamento, efeito das

raízes que auxiliam a descompactar o solo, aumentando a porosidade e aumentando a infiltração.

A análise de coliformes totais e *Escherichia coli* é importante por ser um parâmetro indicador da possibilidade de existência de contaminação fecal, e a presença de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. De acordo com a resolução 357/2005 para rios de classe 1 seu valor não pode exceder 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. No estudo realizado verificou-se apenas a questão qualitativa (presença ou ausência), os resultados apontaram a presença destes microorganismo em todos os pontos analisados, porém, não foram determinadas a concentração destes. Para a quantificação e qualificação microbiológica o indicador de poluição fecal mais empregado é o grupo dos coliformes. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente CETESB (2009), existem, portanto indícios de que as águas dos ponto amostrais analisados estejam recebendo este tipo de despejo.

Cabe ressaltar, que a qualidade da água foi analisada em amostras coletadas em junho, o que pode contribuir para a diluição dos poluentes presentes na água. Considerado o uso e ocupação do solo as análises das variáveis físico químicas mostraram que os parâmetros de qualidade da água nas microbacias delimitadas, estão em conformidade com os limites estabelecidos pela Classe I e II da resolução CONAMA 357/05. Quanto aos parâmetros microbiológicos, a presença dos organismos indica algum tipo de despejo doméstico, mas como não foi possível analisar a quantidade de coliformes presentes, não se pode afirmar que a água esteja contaminada por estes organismos, uma vez que, a resolução estabelece valores limites para presença dos mesmos nas águas de classe I e II. Considerando os parâmetros analisados concluiu-se que a água superficial no município de Itaara pode ser classificada como classe II, que pode ser usada para diversos fins, no entanto os indicadores demonstram a necessidade de gerenciamento com ações visando à redução de esgoto doméstico, manejo do solo agrícola e a recuperação de Áreas de Preservação Permanente.

## 5. Bibliografia

ANA – Agência Nacional de Águas. Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – Brasília, 2005.

APHA; AWWA; WPCF. Standard Methods for the Examination of water and wastewater. 19. ed. Washington D.C., 1995.

CAMPOS, F. F. Análise da relação entre as áreas de preservação permanente (apps) e a qualidade da água fluvial no município de paulínia (SP). Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Federal de Campinas, São Paulo, 2011.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, v.1, Série relatórios. 2009. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/agua\\_geral.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/agua_geral.asp)>. Acesso em: 10 jun. 2012.

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 20 out. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Procedimentos para Coleta de Amostras de Água. Disponível em [http://www.cpatsa.embrapa.br/a\\_unidade/instalacoes/laboratorios/laboratorio-de-solos/agua.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/a_unidade/instalacoes/laboratorios/laboratorio-de-solos/agua.pdf): Acesso em: 10 abr. 2015.

ESTEVES, Francisco A.; Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro - RJ, 2ª Edição; Interciência Editora, 1998.

EcoDesenvolvimento.org está sob Licença Creative Commons. Para o uso dessas informações é preciso citar a fonte e o link ativo do Portal EcoD. <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2012/marco/dados-do-ids-destacam-os-10-rios-mais-poluidos-do#ixzz3sPdAerbR> Under Creative Commons License: Attribution Non-Commercial No Derivatives. [ecodesenvolvimento.org](http://www.ecodesenvolvimento.org) (2015)

GASTALDINE, M.C.C.; MENDONÇA, Conceito para a avaliação da qualidade da água. In: A.S.F. PAIVA, J.B.D.; PAIVA, E.M.C. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH – Associação Brasileira de Recurso Hídricos, 2001. 428-336.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2010) – Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 marc.2012

LANNA, A. E. Gestão dos recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1997.

PLANO AMBIENTAL MUNICIPAL. Prefeitura Municipal de Itaara – Estado do Rio Grande do Sul. 2008.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. *Estud. av.*[online]. 2008, vol.22, n.63, pp. 43-60. ISSN 0103-4014.

SANTOS, I.; FILL, H.D.; SUGAI, M.R.v.B.; *et al.* Hidrometria aplicada. Curitiba: Instituto de Tecnologia para Desenvolvimento. p. 119; 298; 301; 303-304, 2001.

SPERLING, M.V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ed., Belo Horizonte:DESA, 1996. 243p.

SCHNEIDER, C. Recuperação de Áreas em Incompatibilidade Legal de Uso da Terra: O Caso da Bacia Hidrográfica do Arroio Manoel Alves, Itaara, RS. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

TUCCI, C.E.M. Modelos de qualidade da água. In: \_\_\_. Modelos Hidrológicos. 2 ed.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Limnologia. Oficina de Texto. 1 ed. São Paulo, 2008. 632 p





## USO E COBERTURA DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRILHANTE A PARTIR DO MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

P. S. Ferreira<sup>(a)</sup>, C. A. Silva<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia/ Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados

patty\_s.f@hotmail.com

<sup>(b)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia / Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados

charleisilva@ufgd.edu.br

### Resumo

O modelo de distribuição espacial pautado no uso das terras quase exclusivamente para atividades antrópicas pode ser considerado reflexo das ações desenvolvimentistas priorizado pelos setores econômicos, com destaque para as atividades do setor agropecuário, que decorreu na redução indiscriminada das áreas de vegetação nativa ao longo do tempo. Neste sentido o presente trabalho tem como objetivo apresentar um roteiro metodológico para identificar e mapear o uso e cobertura das terras adotando como unidade de análise a bacia hidrográfica do Rio Brilhante – MS. Foram utilizadas imagens de satélite Landsat para identificar as mudanças temporais nos cenários de 2001 e 2015. Para a classificação do uso e cobertura das terras utilizou-se o método de classificação automática supervisionada por máxima verossimilhança (MAXVER). Este estudo indica que o emprego de técnicas e ferramentas de sensoriamento remoto mostrou-se eficiente para identificar as características da cobertura das terras.

**Palavras chave:** bacia hidrográfica; sensoriamento remoto; uso e cobertura das terras.

### 1. O objeto de estudo

É notório que se tornou crescente a busca pela construção de uma perspectiva teórica e metodológica que viabilize uma visão sistêmica dos elementos naturais, a interdependência entre os componentes e sua interação dinâmica com a sociedade. Nesse sentido é possível afirmar que a bacia hidrográfica exprime as relações existentes entre os elementos naturais e sociais em um espaço definido estendendo os limites políticos tradicionais (municípios, estados, países) o que concede, segundo Christofolletti (1980, p. 169) a essa unidade de análise espacial características de um “sistema aberto e em equilíbrio dinâmico”.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade física de gerenciamento e planejamento para implantação das políticas públicas já é preconizada na Lei n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. O recorte territorial da bacia hidrográfica é comumente utilizado porque “constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d’água e seus afluentes”

(SANTOS, 2004, p. 40), onde as interações do meio físico são integradas e desta maneira interpretadas com maior eficiência.

Com o intuito de contribuir para um entendimento da distribuição espacial das principais atividades desenvolvidas na área e seus processos dinâmicos é imprescindível à busca de técnicas e instrumentos que possibilitem fornecer essas informações de maneira mais sistematizada, nesse sentido que se destaca o geoprocessamento. O avanço do sensoriamento remoto, dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e das técnicas de geoprocessamento promoveram substancialmente os estudos em bacias hidrográficas.

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo mapear o uso e ocupação das terras por meio de imagens de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, a partir da aplicação da técnica de classificação supervisionada, para a bacia hidrográfica do Rio Brilhante - MS e avaliar as mudanças temporais através dos cenários para os anos de 2001 e 2015.

## **2. Os materiais, métodos, procedimentos e técnicas**

### **2.1. O contexto e características da área**

A bacia hidrográfica do Rio Brilhante localiza-se na região sudoeste de Mato Grosso do Sul, ocupando uma área de 1.265.200 hectares. Compreende os paralelos  $-20^{\circ}59'17''$  e  $-22^{\circ}15'40''$  de latitude sul e os meridianos  $-53^{\circ}52'24''$  e  $-55^{\circ}48'37''$  de longitude oeste de Greenwich. É composta por nove municípios inseridos total ou parcialmente em seus limites (Angélica, Deodápolis, Douradina, Dourados, Itaporã, Maracaju, Ponta Porã, Rio Brilhante e Sidrolândia) (Figura 3). A temperatura média anual dessa região hidrográfica oscila em torno de  $23^{\circ}\text{C}$ . De acordo com a EMBRAPA (2005) as precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo entre 1.400 e 1.700 mm (Figura 1).

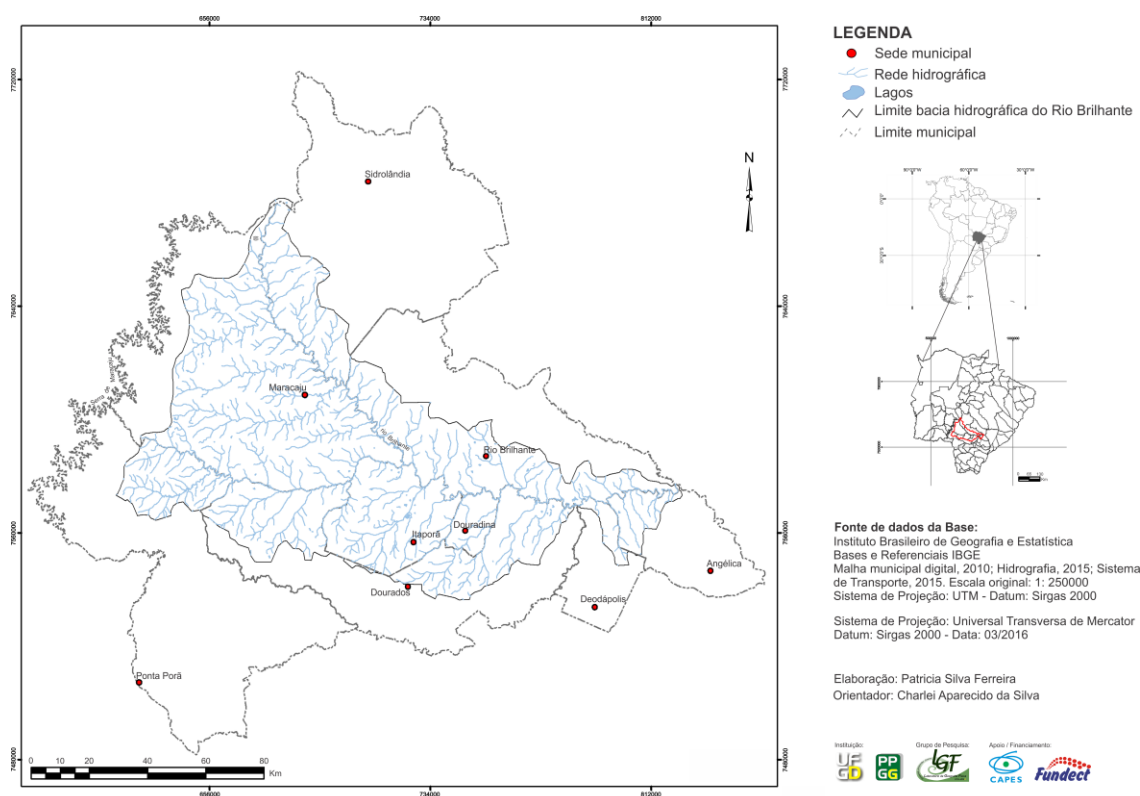


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do Rio Brilhante no Estado do Mato Grosso do Sul – Brasil

## 2.2. Aquisição, tratamento e processamento digital das imagens

Após definida a área de trabalho, selecionou-se com base na resolução espacial e sensor correspondente compatível, a escala de trabalho adotada. Para tanto empregou-se como orientação os valores de 0,2mm (erro gráfico) a 0,5mm na escala (conforme o Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984 e Decreto 5.334 de 6 de janeiro 2005 (BRASIL, 1984) que regula as técnicas da cartografia nacional), dependendo da resolução geométrica do sensor. A escolha da projeção a ser utilizada também obedeceu aos critérios da cartografia brasileira que estabelece como novo sistema de referência geodésico – Decreto nº 5.334/2005 – (BRASIL, 2005) o Sistema de Referências Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) em sua realização do ano 2000 (SIRGAS2000) e dá como providências que em um período de transição não superior a dez anos os trabalhos de natureza primária sejam obrigados a elaborar sua base de dados ao referido sistema.

A primeira etapa de alimentação do banco de dados correspondeu a aquisição das imagens de sensores orbitais a ser utilizadas. As imagens passaram por um refinamento criterioso em relação a todas as cenas disponíveis e necessárias para recobrir a área a ser trabalhada. Entende-se que, para uma imagem ser passível de ser utilizada, de acordo com IBGE (2000) devem ser adotados alguns critérios como, a visibilidade da cena (com uma atmosfera livre da presença de nuvens), a qualidade do imageamento do sensor (sem ruídos) e a homogeneidade do período da

captura da cena. Vale ressaltar que mesmo para a construção de cenários a cena mais atual deve ser o mais recente possível, dada a dinâmica de uso e cobertura das terras.

Antes de realizar o mapeamento propriamente dito é necessário fazer o processamento digital das imagens. Refere-se de um conjunto de técnicas aplicadas às imagens digitais a fim de facilitar e aferir uma precisão maior das informações dos alvos na superfície terrestre. O processamento digital permite ainda que sejam realizadas operações aritméticas entre imagens, que são utilizadas em análise multiespectrais (a mesma imagem em diferentes cenas) e em análises multitemporais (a mesma imagem em diferentes datas), como foi aplicado neste estudo.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas imagens obtidas a partir do satélite Landsat-5, sensor TM para o ano de 2001 e imagens do sensor OLI/Landsat-8 para o ano de 2015 disponibilizadas gratuitamente pelo *United States Geological Survey* (USGS). As imagens Landsat para ambos os sensores, têm resolução espacial de 30m e resolução temporal de 16 dias. Cada cena recobre uma área no terreno com dimensão de 185 km<sup>2</sup>, a localização das cenas acontece por meio da identificação do número da órbita/ponto. Para a área de estudo foram utilizadas duas cenas correspondentes à órbita/ponto 224/75 e 225/75.

Foram utilizados concomitantemente os softwares SPRING 5.3® (INPE, 2015) e QGIS 2.12® (QGIS, 2015), georreferenciados no Datum SIRGAS 2000 e sistema de coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*). Todos os produtos cartográficos foram construídos sob a mesma base cartográfica na escala 1: 800.000.

Em seguida realizou-se a correção geométrica das imagens. Segundo IBGE (2000) as imagens provenientes de sensores orbitais estão sujeitas a várias distorções que podem ser corrigidas através de técnicas denominadas de correção geométrica, a correção da precisão remove os erros residuais e produz o georreferenciamento propriamente dito. A vinculação da imagem ao SIG deve estabelecer uma relação geométrica entre os pixels da imagem e um sistema de coordenadas conhecido correspondente a área de estudo, por meio deste processo de referenciar a imagem a um sistema de projeção cartográfica, a imagem adquire propriedades de um mapa.

Para a correção das imagens Landsat-5 utilizou-se o método de pontos de controle do terreno (GCP). Os pontos de controle devem ser feições bem definidas e visivelmente identificáveis. Para localizar os pontos de controle na imagem, a fim de ajustá-la utilizou-se um mapa de referência. As imagens Landsat-8 disponibilizadas pelo USGS já são ortorretificadas, ou seja, já vem com a realização da correção geométrica, de modo que não é necessário realizar o processo de georreferenciamento, como confirmado Duarte et al., (2015) que constata que a correção geométrica realizada pela NASA/USGS alcança classes de mapeamento entre as escalas 1:50.000 e 1:100.000.

Porém antes da utilização destes dados é necessário fazer a reprojeção das imagens já que são concedidas pelo USGS na Projeção UTM Datum WGS84 orientadas ao hemisfério Norte, deste modo as imagens do sensor OLI foram reprojatadas para o hemisfério Sul e local da área da pesquisa, tal operação foi realizada no QGIS através da ferramenta raster *Transformar/Reprojetar*.

No intuito de interpretar da melhor maneira os padrões de tom e de textura, faz-se uso também das composições das bandas espectrais das imagens, sendo a composição tradicionalmente utilizada a do filtro RGB (*Red Green Blue*) em falsa cor. Para a composição das imagens foram utilizadas a composição clássica para o sensor TM R[4]G[5]B[3] e a combinação para o sensor OLI sendo R no infravermelho próximo (banda 5), G no vermelho (banda 4) e B no verde (banda 3). Nesta composição são realçadas as características da água (tons de azul), do solo e de áreas urbanizadas (tons azul-esverdeado) e a vegetação apresenta coloração em vermelho, permitindo identificar diferentes tipos de formações vegetais.

### **2.3. O emprego do método de classificação supervisionada para identificar o uso e cobertura das terras**

O sensoriamento remoto é apontado como uma ferramenta que permite a obtenção de dados da superfície terrestre sem contato direto com os objetos que compõem a superfície da Terra. As atividades desenvolvidas por esse método envolvem a “detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos” (MORAES, 2002 p. 7).

Os objetos interagem de maneira diferenciada a incidência da radiação eletromagnética (REM) nos diversos comprimentos de onda. O registro gráfico da reflectância ao longo do espectro eletromagnético fornece uma curva que descreve as propriedades radiométricas de um determinado objeto. Essa curva faz com que cada alvo terrestre tenha sua própria assinatura espectral, que constitui um padrão que permite a sua identificação, localização, caracterização e diferenciação de outros objetos (IBGE, 2000).

Portanto conhecer o comportamento espectral dos objetos terrestres é fundamental para a escolha das bandas espectrais sobre a qual se pretende adquirir dados para determinada aplicação (MORAES, 2002). Em geral, as técnicas baseadas nas regiões espectrais do visível e do infravermelho têm sido utilizadas para estimar as propriedades das plantas, definir áreas agrícolas, realizar estudos de geologia, geomorfologia e de solos, e diferenciar certos tipos de vegetação. Segundo Silva e Pereira (2007), os métodos de classificação podem ser divididos em dois tipos: supervisionado e não supervisionado. Para o mapeamento do uso e cobertura das terras na bacia do Rio Brilhante foi utilizado o software livre SPRING 5.3 desenvolvido pelo INPE. Para a classificação automática empregou-se o método supervisionado por máxima

verossimilhança (MAXVER) com limiar de 99,9% de aceitação, nesse método Dutra et al., (1981) explica que o algoritmo utiliza amostras de treinamento, que devem ser representativas da imagem, para classificar a probabilidade de um determinado pixel pertencer a uma dada classe de acordo com atributos específicos, para tanto é necessário um conhecimento por parte do intérprete de alguns aspectos da área em estudo assim como da assinatura espectral dos objetos estudados.

Para classificar objetos por interpretação visual é importante destacar elementos que possam ser utilizados para caracterizar porções da superfície terrestre no que diz respeito a *forma*, por exemplo, estradas são apresentadas como linhas, em geral, bem definidas e regulares, já os cursos d'água apresentam aspectos mais sinuosos, além de agregar outros aspectos vinculados a presença de mata ciliar, vales, etc. O *tamanho* do objeto está diretamente ligado à escala da imagem, um loteamento residencial (pequeno porte) é facilmente distinguido de uma área constituída por indústrias (grande porte). A análise da *textura*, também é influenciada pela escala adotada, mas trata-se pelo agrupamento dos diferentes objetos que estão na cena, diferencia-se elementos de texturas mais suaves (um vasto campo) ou ásperas (uma floresta nativa), grosseiras (um relevo mais acidentado) ou finas (planícies). A textura ainda pode apresentar um aspecto homogêneo ou heterogêneo, uma cultura plantada (soja, milho, cana-de-açúcar, eucalipto) em geral possui uma textura mais uniforme por ser plantada na mesma época, mesma espécie e com crescimento semelhante diferente de uma área com floresta nativa que apresenta textura bastante variável (diferentes espécies, alturas e tonalidades). O *padrão* e a *localização* dos objetos no terreno podem diagnosticar suas características e um elemento que deve ser destacado é a *tonalidade*, que se trata da resposta da radiação absorvida ou refletida pelo alvo (FITZ, 2008). Esses recursos foram considerados como potenciais para o processo de interpretação visual visavam garantir que o alvo correto estava sendo mapeado e que representasse a realidade no campo.

### 3. Resultados e Discussão

Mediante as composições coloridas das imagens em falsa cor, foram coletadas uma série de amostras de pixels correspondentes ao uso e cobertura das terras na área da bacia. Esta fase foi efetuada considerando os tipos de usos observados em campo, onde foram espacialmente distribuídos de maneira homogênea por toda a imagem. As áreas de treinamento devem fornecer informações ao sistema quais são as classes a serem identificadas durante o processo de classificação automática supervisionada.

A interpretação visual das imagens é baseada, exclusivamente na percepção do intérprete, o qual é requerido estar familiarizado com a área de pesquisa, neste sentido o levantamento das características geográficas do local e conhecimento prévio de aspectos como vegetação

predominante, relevo, clima, principais tipos de cultivo são fundamentais para evitar problemas futuros (FITZ, 2008).

Nesta etapa foram utilizadas 8 classes espectrais utilizando como base as chaves de interpretação elaboradas por Paranhos Filho (2000) e adaptadas aos objetivos dessa pesquisa. A chave de interpretação de Paranhos Filho (2000) serviu como base para identificar os tipos de cobertura das terras na imagem TM/Landsat-5 e para interpretar a resposta espectral dos alvos na a imagem OLI/Landsat 8 na composição R5G4B3. Após as interpretações das chaves de classificação para as imagens foram coletas as amostras de treinamento que permitiu a escolha dos alvos mais representativos para indicar o uso e cobertura das terras nos cenários de 2001 e 2015, sendo apresentada na Figura 2.

É importante mencionar que as classes referidas nesse estudo podem, ainda, ser subdividas, optou-se por uma classificação mais geral visto que o principal interesse na carta de uso e cobertura das terras é o da caracterização das áreas naturais e as de uso antrópico.


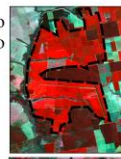

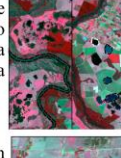
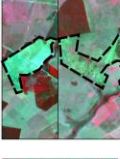

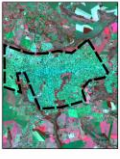

Classes	Descrição	Chaves de classificação			
Área agrícola	Áreas agrícolas ocupadas indistintamente por culturas temporárias (soja, milho e cana-de-açúcar).		Silvicultura	Áreas de reflorestamento destinadas a exploração econômica da madeira	
Área florestal	Áreas de vegetação densa e preservada, normalmente correspondem a áreas de mata ciliar e fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual e do Cerradão.		Corpos d'água	Corresponde à superfícies de rios, lagos e represas. Quanto mais a cor for azulada maior a quantidade de matéria orgânica em suspensão.	
Pastagem	O primeiro tipo de pradaria com resposta em verde claro são campos e pastos baixos. O segundo tipo com resposta verde escuro são campos secos mais altos. Geralmente essas áreas correspondem a campos naturais ou plantado e são utilizadas como pastagem		Áreas descobertas	Áreas de solo exposto, com refletância em todas as bandas, por isso a cor branca. Geralmente são áreas de recente colheita ou terras aradas em preparo para o cultivo.	
Área urbanizada	Compreende porções de perímetros urbanos ocupados por loteamentos compostos de infraestruturas e densidade lotes com áreas construídas.		Área queimada	Corresponde a áreas de queimadas, geralmente essa prática ocorre nas áreas de cultivo da cana-de-açúcar onde a colheita ainda é realizada de forma semi-mecanizada.	

Figura 2 – Chave de interpretação das imagens OLI/Landsat 8 composição colorida R5G4B3.

Após a escolha dos alvos e coleta das diversas amostras de cada classe iniciou-se o processo de classificação propriamente dito, que procede de modo pixel-a-pixel sendo que o classificador de máxima verossimilhança a partir do conjunto de treinamento define o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de frequência de ocorrência na imagem, a distribuição dessas probabilidades é realizada de forma gaussiana para cada classe.



Em seguida foi aplicado o procedimento de *Pós-classificação*, que se constitui num processo de homogeneizar as matrizes digitais baseando-se em uma redistribuição de ocorrências uma classe ponderada por um peso e reclassificação segundo um limiar de presença. Para esta redistribuição foi adotado peso 2 e limiar 5. Posteriormente é realizado o *Mapeamento* em que as classes são atribuídas a matriz e, finalmente é realizado o processo de conversão de *Matriz – Vetor* para obter o mapa de classificação vetorizado, para que esses dados possam ser exportados e processados em outros SIGs.

As avaliações da exatidão dos mapeamentos foram realizadas a partir da matriz de confusão de cada classificação das imagens Landsat, conforme demonstrado na tabela I. Os níveis de exatidão da classificação supervisionada para o mapa de uso e cobertura das terras permaneceram acima de 85% relativas a acurácia de cada classe. Segundo Congalton e Green (1998) estes resultados apontam para um excelente nível de acurácia das imagens.

Tabela I – Acurácia obtida na classificação das imagens Landsat para os imageadores TM e OLI dos pontos amostrados segundo SPRING 5.3.

Classes temáticas	Exatidão (%)			
	TM/Landsat 5		OLI/Landsat 8	
	Produtor	Usuário	Produtor	Usuário
Áreas agrícolas	95,32	85,38	98,59	99,69
Florestas	99,80	96,99	99,76	97,77
Pastagem	86,07	91,23	87,87	92,48
Silvicultura	98,99	99,83	99,48	100
Corpos d'água	99,51	97,74	98,72	99,27
Solo exposto	99,47	99,70	90,67	100
Outras características				
	TM/Landsat 5		OLI/Landsat 8	
Desempenho geral	92,14%		96,45%	
Confusão média	7,86%		3,55%	
Abstenção média	0,00%		0,00%	
Estatística KHAT	88,57%		95,20%	
Variância KHAT	4.161e-006		2.81e-006	
Estatística TAU	90,17%		95,95%	

Organização: Ferreira (2016).

Nas tentativas de classificação automática supervisionada das imagens Landsat observou-se que os pixels das áreas urbanas induziam a diversos erros nas regiões não urbanas (áreas agrícolas e solo exposto). Por isso, optou-se pela exclusão dessa classe, uma vez que a diversidade de pixels diferentes resultava em dificuldades na separação da área urbana. Para solucionar esse problema foi aplicada uma máscara das áreas urbanas consolidadas a fim de identificá-las e mapeá-las no resultado final da classificação.

Foram observadas algumas particularidades na classe de solo exposto, por exemplo, que apresenta uma cor azul-esverdeado devido a algumas características como o sistema de cultivo

com o plantio direto, muito comum nessa região, que habitualmente deixa no campo restos vegetais ou palhada da cultura colhida, tal situação provoca alteração nas curvas características do solo exposto.

Em termos gerais os dados para análise do desempenho da classificação do uso e cobertura das terras obtido para os anos de 2001 e 2015 apresentam um ótimo nível de 93,06% de acurácia na classificação das imagens. O cálculo de área realizado por meio da tabela de atributos pela ferramenta *Calculadora de campo* do QGIS indica que em 2001 54,9% da área da bacia do Rio Brilhante correspondia ao uso agrícola. Em 2015 houve um aumento de 99,7% e atualmente 77% da área da bacia é ocupada por cultivos agrícolas. Ao somar todas as categorias de uso antrópico (áreas agrícolas, pastagem, silvicultura, solo exposto e área queimada) verifica-se que o uso das terras por atividades econômicas já está consolidado em 86,9% de toda área da bacia (Figura 3).

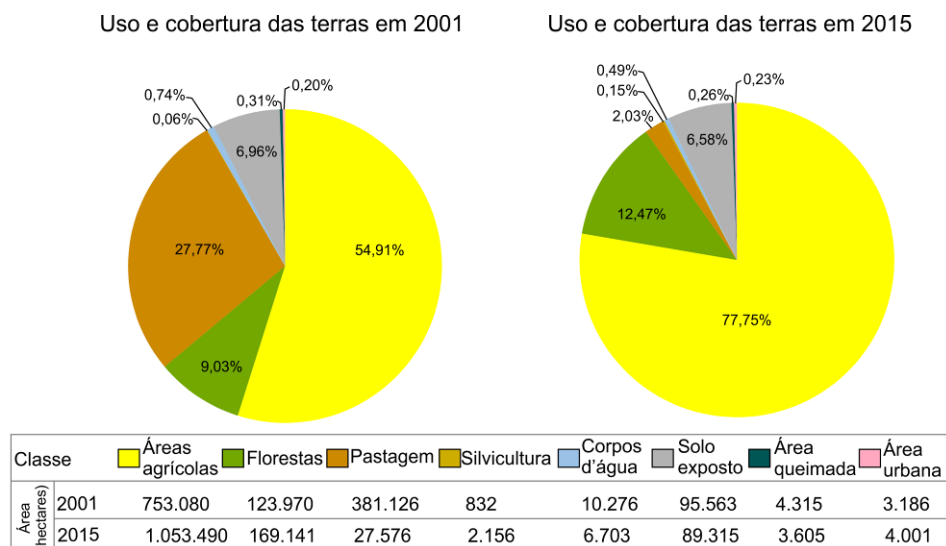


Figura 3 – Área de uso e cobertura das terras na bacia hidrográfica do Rio Brilhante – MS para o ano de 2001.

O mapeamento e classificação dessas categorias de uso e cobertura das terras revelam o predomínio da classe de áreas agrícolas no interior na bacia do Rio Brilhante, contrapondo-se a uma pequena parcela de fragmentos de vegetação natural, representados pelos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual e do Cerrado. Pode-se constatar que há uma redução das áreas de pastagem de 2001 a 2015 para introdução do cultivo agrícola. Esse modelo de distribuição espacial pautado no uso das terras quase exclusivamente para atividades antrópicas pode ser considerado reflexo das ações desenvolvimentistas priorizado pelos setores econômicos, com destaque para as atividades do setor agropecuário, que decorreu na redução indiscriminada das áreas de vegetação nativa ao longo do tempo.

Prioritariamente o uso da terra tanto desta quanto de outras regiões está intrinsecamente ligado às relações socioeconômicas e políticas que o norteiam. As áreas de cobertura vegetal nativa ainda presentes podem ser atribuídas, principalmente às restrições legais pertinentes às áreas protegidas, sobretudo a APP (Áreas de Preservação Permanente), reserva legal, terras indígenas e, ainda a áreas de limitação das atividades agrícolas, como locais de baixa fertilidade do solo, alto nível de declive e em regiões alagadas ou sujeitas à inundação. É importante ressaltar que estas áreas com vegetação original se encontram fragmentadas, isoladas e em muitas situações bem próximas onde a atividade predominante é a agricultura, o que acarreta, portanto, grande pressão dessa atividade sobre os remanescentes florestais.

A supressão da mata ciliar apresenta-se como um fator de alto impacto na condição qualitativa do quadro ambiental e induz a uma série de consequências como o assoreamento dos cursos d'água, uma vez que a exposição dos solos para práticas econômicas agrícolas resulta no agravamento dos processos erosivos e transporte de materiais através da rede de drenagem que são carreados até o final dos leitos dos canais fluviais.

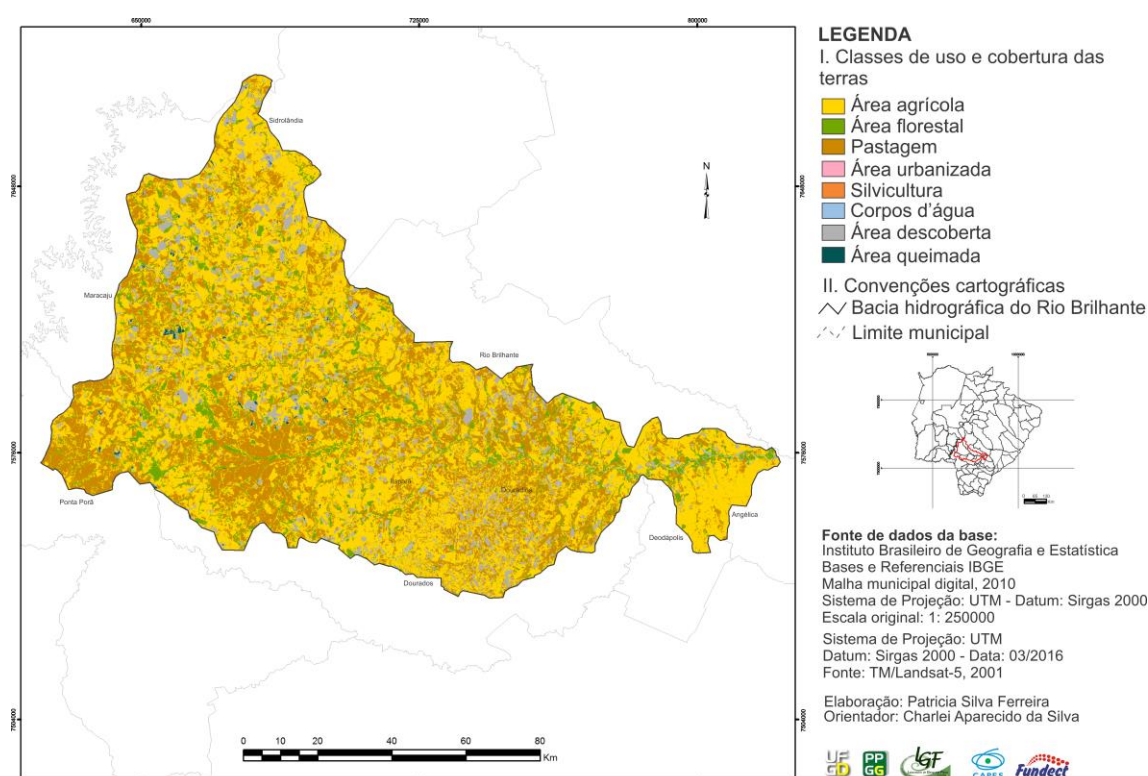


Figura 4- Uso e cobertura das terras em 2001 na bacia hidrográfica do Rio Brilhante – MS

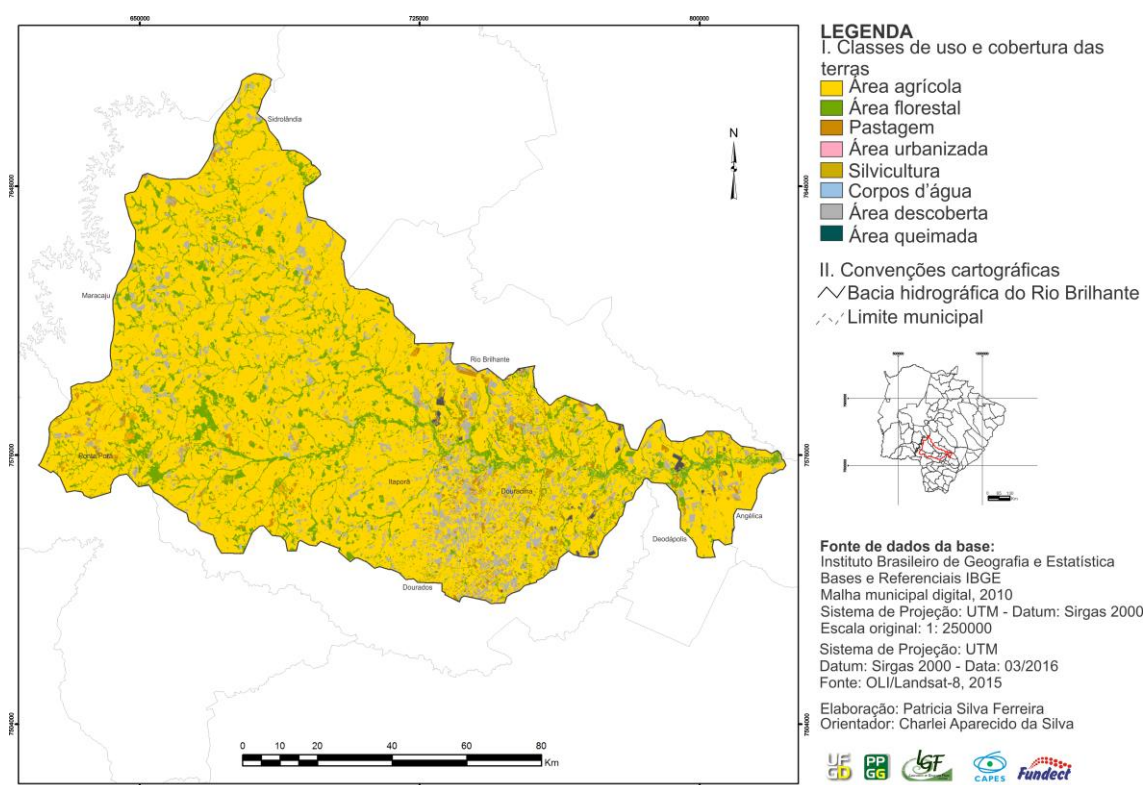


Figura 5 – Uso e cobertura das terras em 2015 na bacia hidrográfica do Rio Brilhante - MS

Os resultados (Figura 4 e 5) apontam que uma das principais características desta bacia hidrográfica está relacionada à diversidade de usos das terras. As múltiplas formas de ocupação são fomentadas por sua abrangência às áreas urbanas consolidadas de pelo menos quatro municípios e vários distritos, suas características físicas dominantes, assim como o seu potencial hídrico, constituído por uma significativa densidade da rede de drenagem, garantem disponibilidade hídrica ao longo de todo período do ano, mesmo nas estações mais secas.

O relevo constituído por grandes extensões de áreas planas a suavemente onduladas associado as baixas declividades e a existência de um solo argiloso, profundo, acentuadamente drenados e permeáveis não oferecem nenhum impedimento para o uso econômico, nem tampouco à implantação de infraestruturas e mecanização do cultivo. Tais características são extremamente favoráveis para que a atividade agrícola se consolidasse desta forma e ainda fomentam a apropriação de novas áreas para agricultura.

Estes fatores promoveram e ainda vem ocasionando as maiores pressões nesta região, sendo considerada a área mais crítica em relação a preservação da vegetação nativa do Estado. Por se tratar de uma região com grande desenvoltura econômica no campo, deve-se observar que ao longo da história houve um intenso desmatamento com grande prejuízo as matas existentes, especialmente a Mata de Dourados exuberante até o final dos anos 1960 (MATO GROSSO DO SUL, 2002).

A redução das áreas com cobertura vegetal original pode ser associada ao histórico processo de ocupação que foi marcado pela introdução de práticas de manejo do solo, que promoveram radicalmente uma transformação no uso da terra, sobretudo nas últimas três décadas por meio de supressão vegetal para introdução de pastagens para criação de gado e para o cultivo agrícola.

#### 4. Considerações

A bacia hidrográfica do Rio Brilhante é constituída principalmente por propriedades rurais, ocupadas por agricultura comercial, onde predominam as culturas de soja e milho. Mais recentemente que se observa o avanço da cultura da cana-de-açúcar nesta área. Deste modo, esta bacia apresenta potencial possibilidade para intensificação das atividades antrópicas já que a mesma se encontra na rota da expansão do setor agropecuário, motivada principalmente pelas condições físicas favoráveis desta unidade hidrográfica constituída, principalmente de um relevo basicamente plano e de baixa declividade, associada às características físico-estruturais do Latossolo Vermelho. Estas características levaram a bacia do Rio Brilhante a se configurar como grande atrativo à agricultura mecanizada. A influência desses fatores na promoção de transformações do uso e cobertura das terras no interior dessa bacia é premente para um período de curto em médio prazo.

Fica claro que a forma de exploração deste território não considerou, de nenhuma forma a capacidade de suporte do meio físico, suas características geossistêmicas, potencialidades e fragilidades. Portanto para ocupação econômica destas áreas é indispensável o uso de técnicas conservacionistas de manejo adequado, que devem prioritariamente anteceder o uso e ocupação. Sem o devido monitoramento este território está sujeito a graves problemas como a perda de solo por intensificação dos processos erosivos e comprometimento das áreas homeostáticas (matas ciliares, várzeas e fragmentos de vegetação nativa).

#### 5. Bibliografia

- Brasil. *Decreto Federal nº 89.817, de 20 de junho de 1984*. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.
- \_\_\_\_\_. *Decreto Federal nº 5.334, de 6 de janeiro de 2005*. Dá nova redação ao art. 21 e revoga o art. 22 do Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.
- Christofoletti, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- Congalton, R. G; Green, K. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. New York: Lewis Publishers, 1998.
- Duarte, G. S.; Costa, G. E; Oliveira, A. P; Barros, R. S; Cruz, C. B. M. *O uso da geometria do Landsat 8 como base para georreferenciamento semiautomático visando estudos espaço-temporais*. In: Anais XVII SBSR, João Pessoa, INPE: abril, 2015.
- Dutra, L. V.; Souza, R. C. M.; Mitsuo, F. A.; Moreira, J. C. *Análise automática de imagens multiespectrais*. São José dos Campos - INPE, 1981. 40p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). *Precipitação esperada na Bacia do Rio Brilhante, MS*. Dourados, MS, Embrapa/ Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.

Fitz, P. R. *Geoprocessamento sem complicação*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Introdução ao processamento digital de imagens*. Rio de Janeiro: IBGE, Manuais Técnicos em Geociências, 2000.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). *Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)*. São José dos Campos. Versão 5.3, 2014. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/>.

Landsat TM 5. Canais 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. United States Geological Survey (USGS): Landsat Archive. Disponível em: <http://earthexplores.usgs.gov/> Acesso em 22 out. 2015.

Landsat OLI 8. Canais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. United States Geological Survey (USGS): Landsat Archive. Disponível em: <http://earthexplores.usgs.gov/> Acesso em 22 out. 2015.

Mato Grosso do Sul. *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Matogrosso do Sul* (2002). Disponível em: <http://www.semac.ms.gov.br/zeems/>. Acesso em 23 mai. 2015.

Mercante, E. *Dinâmica espectral da cultura da soja ao longo do ciclo vegetativo e sua relação com a produtividade na região oeste do Paraná*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

Moraes, E. C. *Fundamentos de sensoriamento remoto*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2002.

Paranhos Filho, A. C. *Análise geo-ambiental multitemporal: o estudo de caso da região de Coxim e bacia do Taquarizinho*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geologia. UFPR, 2000.

Silva, M. L. M.; Pereira, G. P. M. *Avaliação de algoritmos de classificação supervisionada para imagens do Cbers-2 da Região do Parque Estadual do Rio Doce-MG*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos, INPE, 2007. p. 6223-6228. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.20.25/doc/6223-6228.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2016.

Santos, R. F. dos. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina dos Textos, 2004.

Quantum Gis Development Team, 2015. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, Versão 2.12.3 “Lyon”. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>.

USGS. United States Geological Survey (USGS). Disponível em: <http://earthexplores.usgs.gov/> Acesso em: 22 out. 2015.



# ANÁLISE DA ABRANGÊNCIA DA RESERVA DA BIOSFERA MATA ATLÂNTICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ/RS

P. Ziani<sup>(a)</sup>, E. M. Foletto<sup>(b)</sup> F. Silva<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSM  
pathyziani@hotmail.com

<sup>(b)</sup>Departamento de Geociências do Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) da UFSM  
efoletto@gmail.com

<sup>(c)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSM  
francieli17@gmail.com

## Resumo

O presente trabalho tem por objetivo verificar a abrangência da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) na bacia hidrográfica do Alto Jacuí, situada na porção centro-norte do Estado do Rio Grande do Sul (Unidade Federativa do Brasil). Para tanto, foi realizada a espacialização e quantificação das zonas da RBMA presentes na área de estudo, sendo zonas núcleo, zonas de amortecimento e zonas de transição, utilizando como base dois arquivos digitais para uso em Sistema de Informações Geográficas (SIG) disponibilizados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS (FEPAM – RS), isto é, o arquivo dos limites municipais do Estado do RS e o arquivo referente à RBMA fase VI RS. Como resultados destaca-se que 49% da área total da bacia hidrográfica do Alto Jacuí está inserida na RBMA, sendo a zona de amortecimento a mais abrangente (26%), seguido pela zona de transição (21%) e zona núcleo (2%).

**Palavras chave:** Reserva da Biosfera Mata Atlântica, Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

## 1. Introdução

No Brasil, entre os biomas que mais sofrem supressão dos fragmentos de vegetação, desde sua colonização, pode-se destacar o Bioma Mata Atlântica, principalmente para a utilização da agricultura, pecuária, extração de madeira, mineração e urbanização. Esses usos fizeram com que restassem, atualmente, ao longo do território brasileiro, cerca de 22% da cobertura original do Bioma Mata Atlântica, sendo que desta, somente 7% está preservada em fragmentos acima de 100 hectares (MMA, 2016).

Diante desta situação de degradação em que se encontra o Bioma Mata Atlântica e a sua relevância tanto para a conservação da biodiversidade quanto para a qualidade de vida da população, confere ao Poder Público traçar estratégias e ações que busquem a conservação dos remascentes de Mata Atlântica. Sob essa perspectiva, salienta-se que a Mata Atlântica é reconhecida tanto como Patrimônio Nacional pela Constituição Federal Brasileira de 1988 quanto Reserva da Biosfera pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura). Além disso, a Mata Atlântica é elencada com um hotspots, juntamente com o cerrado brasileiro. Esse termo é utilizado para designar áreas que apresentam alto grau de



endemismo e riqueza biológica existente, mas que, entretanto, encontram-se em precárias situações de conservação (LINO, SIMÕES, 2011).

Entre as tentativas de desenvolver estratégias e ações voltadas à conservação do Bioma Mata Atlântica, o Estado do Rio Grande do Sul criou o “Projeto RS Biodiversidade” que insere nas áreas prioritárias de conservação da biodiversidade e criação de Unidades de Conservação (UCs) o Bioma Mata Atlântica (SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2008).

Sob essa perspectiva, o presente trabalho tem por objetivo geral verificar qual a abrangência da Reserva da Biosfera Mata Atlântica (RBMA) na bacia hidrográfica do Alto Jacuí. Para tanto, tem-se como objetivos específicos: espacializar e quantificar as zonas da RBMA presentes na bacia hidrográfica do Alto Jacuí, isto é, zona núcleo, zona de amortecimento e zona de transição; e indicar tanto ao Comitê da bacia hidrográfica do Alto Jacuí (COAJU), que é o comitê responsável desta bacia hidrográfica, quanto aos municípios, que compõe a mesma, a presença de remascentes do Bioma Mata Atlântica, para que os mesmos insiram em suas políticas a conservação desse bioma.

## **2. Referencial Teórico**

A Reserva da Biosfera Mata Atlântica (RBMA), no Brasil, é uma das políticas públicas para a conservação do meio ambiente. Esta surgiu, no cenário internacional, em 1968, na Conferência “O Homem e a Biosfera” (Man and the Biosphere Programme - MaB), organizada pela Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura (UNESCO). A iniciativa da mesma teve o intuito de estabelecer uma base científica que desse suporte a melhores relações entre sociedade e natureza. Assim, em 1976 foram criadas Reservas da Biosfera, as quais tem três funções básicas: conservação da biodiversidade do ecossistema; promover o desenvolvimento sustentado em suas áreas de abrangência e; pesquisa científica, educação e de monitoramento permanente (CORRÊA, 1996).

Salienta-se que as Reservas da Biosfera exercem um papel importante na conservação de ecossistemas e, conseqüentemente na melhoria da qualidade ambiental e de vida das populações. Além disso, cabe ressaltar que as mesmas se propõem a ser um exemplo de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais em diversos biomas e relevos, incluindo: montanhas, ilhas e ambientes costeiros, florestas tropicais (como na Amazônia e Mata Atlântica), terras secas, áreas urbanas, savanas e agroecossistemas. Todas as Reservas da Biosfera são delimitadas sob um sistema de zoneamento que indica o uso e a ocupação do solo de cada área da Reserva. No caso da RBMA, esse zoneamento é definido da seguinte maneira conforme indica a tabela a seguir (Tabela I):

Tabela I – Tipo de zonas para o uso e a ocupação do solo de cada área da Reserva.

<b>Zonas Núcleo</b>	<b>Zonas de Tampão ou de Amortecimento</b>	<b>Zona de Transição</b>
Apresentam os mais significativos remanescentes da Mata Atlântica e de seus ecossistemas associados, em estado natural ou minimamente alterado. É nessa zona que se encontram as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e as Unidades de Conservação de proteção integral, sendo somente admitidas utilizações afins educacionais ou científicos.	Envolve totalmente as zonas núcleo por meio de um sistema que possibilita atividades econômicas e o uso da terra sustentáveis sem que essas atinjam a integridade dos ecossistemas das zonas núcleo. É principalmente nessa zona onde RBMA busca garantir e recuperar áreas degradadas e corredores de conservação, uma vez que ela permite a comunicação entre espécies de flora e fauna.	São as áreas mais externas, pois envolvem as zonas de amortecimento, na qual seus limites privilegia-se o uso sustentado da terra. Sob as mesmas, cabe destacar que não há uma definição geográfica fixa para seus limites, pois sua delimitação está sujeita a ajustes periódicos, alcançados na dinâmica da relação planejamento executivo das atividades econômicas características da região.

Fonte: Corrêa, F. (1996).

Org.: Autoras (2016).

Conforme o último Mapa mundial de Reservas da Biosfera, referente à 2015/2016, disponibilizado pela Rede Mundial de Reservas da Biosfera, no ano de criação das Reservas (1976) existiam 48 Reservas da Biosfera espalhadas por 8 países, isto é, 2 no Congo, 3 na Inglaterra, 9 no Irã, 1 em Montenegro, 4 na Polônia, 1 na Tailândia, 1 no Uruguai e 27 nos Estados Unidos. Este mesmo mapa revela que existem 651 Reservas da Biosfera distribuídas em 120 países. Em relação a esse dado, destaca-se que o mesmo foi atualizado, recentemente, pelo Conselho Internacional de Coordenação da Biosfera, o qual acrescentou mais 20 pontos para a Rede Mundial de Reservas da Biosfera e, a pedido da Áustria, retirou outros 2 pontos, totalizando assim 669 locais em 120 países, incluindo 16 locais transfronteiriços (UNESCO, 2016).

As Reservas da Biosfera formam uma Rede Mundial que busca promover a cooperação pesquisa e monitoramento bem como o intercâmbio de informações. Contudo, apesar das mesmas de existirem desde 1976, o Brasil só passou a fazer parte da Rede Mundial de Reserva da Biosfera em 1991, ano em que o MaB, atende a solicitação do governo brasileiro, declarando as partes mais significativas dos remanescentes da Mata Atlântica como Reserva da Biosfera. Já em 1993, o MaB tombou por completo a área da RBMA incluindo assim as demais área de Mata Atlântica do Brasil, as quais se estendem pelos estados que compõem o litoral brasileiro, em sua faixa de norte a sul, incluindo, entre elas a do Estado do Rio Grande do Sul (Marcuzzo, Pagel, Chiappetti, 1998).

A partir de então, ratifica-se o desenvolvimento de estratégias e ações voltadas à conservação dessas áreas e consequentemente do meio ambiente. Entre essas, destaca-se, em 1996, a criação do Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul, instituído pela Resolução número 001/96 do Conselho Nacional da Reserva da Biosfera Mata Atlântica (CNRBMA) e reconhecido pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA).

No que tange a abrangência das áreas das Reservas da Biosfera, salienta-se que as mesmas carecem serem revisadas de tempos em tempos em virtude do seu caráter dinâmico (CNRBMA). Diante disso, no Estado do Rio Grande do Sul, desde o seu tombamento as revisões na área RBMA foram realizadas em 6 fases. Nas últimas duas revisões, fase V (2002) e a fase VI (2008), pode-se notar que houve alterações significativas (Figura 1).

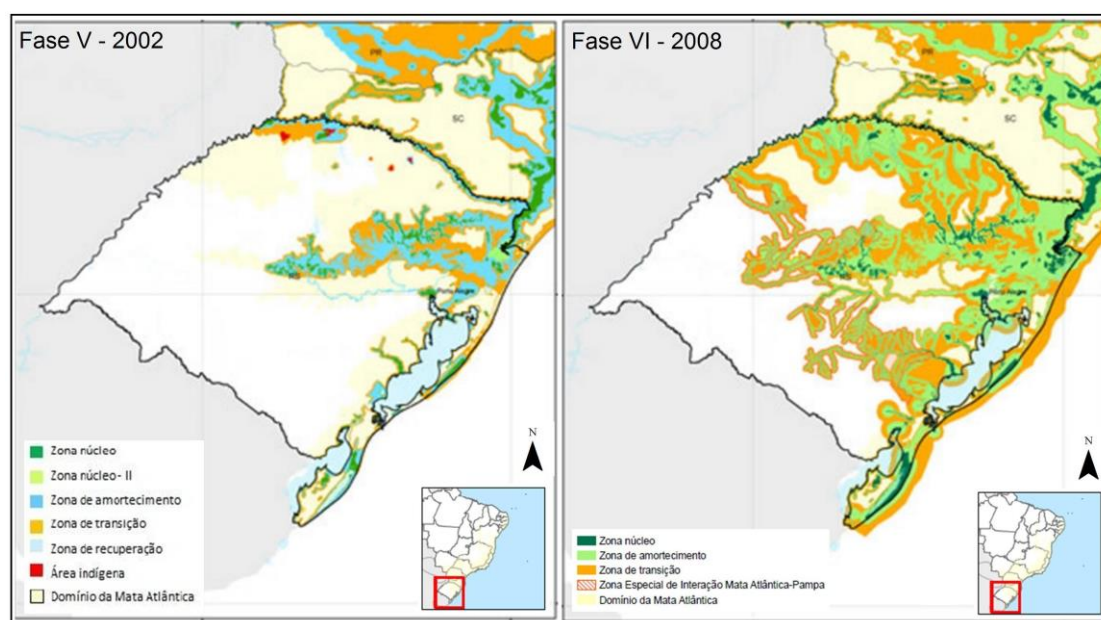


Figura 1 – Mapa de abrangência da RBMA no Estado do Rio Grande do Sul fase V e fase VI.

Fonte: Montagem realizada a partir dos mapas de abrangência da RBMA fase V e fase VI.

Org.: Autoras (2016).

Sob essa perspectiva, destaca-se o Projeto Conservação da Biodiversidade, também denominado Projeto RS Biodiversidade, define como áreas prioritárias de conservação da biodiversidade e criação de UCs o Bioma Mata Atlântica (SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2008). A bacia hidrográfica do Alto Jacuí está inserida nas áreas prioritárias de execução desse projeto e, consequentemente à criação de UCs. Acredita-se que projetos como esse são fundamentais para garantir a manutenção da biodiversidade existente nessas áreas uma vez que viabilizam e estimulam a conservação dos fragmentos de Mata Atlântica.

A escolha de uma bacia hidrográfica como recorte espacial de análise e unidade de planejamento se justifica em razão da mesma possibilitar uma análise abrangente e integrada dos recursos naturais. Sob essa perspectiva, Rodriguez, Silva e Leal (2012) pontuam que:

“A análise da bacia hidrográfica desde a perspectiva sistêmica, de sustentabilidade e de complexidade, sustenta-se porque, a exemplo de casos dos recursos hídricos, a tarefa consiste em considerar e compreender as relações de arranjo espaço-temporal do papel da água como um recurso indispensável no funcionamento da biosfera, mas surgida e limitada dentro do complexo da esfera geográfica. (RODRIGUEZ, SILVA e LEAL, 2012, pág.110).

Tundise (2003) coloca que a bacia hidrográfica admite um estudo integrado, funcionando como importante ferramenta no gerenciamento de recursos, decisões políticas relevantes em meio ambiente e ética ambiental. Mediante essa abordagem, salienta-se que se entende por bacia hidrográfica:

[...] área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório. (TUCCI, 1997, pág. 40)

A legislação brasileira, adotou à bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos através da implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a qual considera em seu inciso V, do artigo 1º, a bacia hidrográfica como unidade de território para implantação da PNRH e ação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O mesmo ocorre no do Estado do Rio Grande do Sul (RS), através do artigo 171 da Constituição do Estado do RS que estabelece a bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e gestão. Este artigo é contemplado pela Lei Estadual nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994, que estabelece o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH) no RS, o qual além de reconhecer a bacia hidrográfica como unidade básica de articulação salienta a criação de um comitê de gerenciamento para cada bacia hidrográfica do estado.

### **3. Caracterização da área de estudo**

A bacia hidrográfica do Alto Jacuí situa-se na porção centro-norte do Estado do Rio Grande do Sul (RS), na região hidrográfica do Guaíba, totalizando uma área de aproximadamente 13.072,683 Km², abrangendo, 42 municípios localizados no Planalto Meridional Brasileiro que é formado por rochas basálticas decorrentes de um grande derrame de lavas ocorrido na era Mesosóica (SEPLAN, 2008).

Esta bacia pertence a unidades espaciais para a gestão das águas do Estado denominada Alto Jacuí, código G050, a qual foi criada pelo Decreto Estadual nº 40.822 de 11 de junho de 2001, que institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí – COAJU (SEMA 2012). Atualmente, o Plano de Bacia e o Processo de Enquadramento da mesma encontram-se na etapa C – Programa de Ações, a qual é incumbida de definir ações para melhorar a qualidade da água na região para os próximos vinte anos.

Em relação aos distintos usos da bacia hidrográfica do Alto Jacuí, a SEMA (2012) aponta que o principal uso da água é para a irrigação (76% – 3.095L/s), seguido pela dessedentação animal (15% – 636 L/s), abastecimento público (5% – 206L/s), aquicultura (3% – 106L/s) e da indústria (1% – 33L/s). Outro fato relevante é que 73% da demanda para o abastecimento público é atendida por fontes subterrâneas de água.

No que tange a vegetação destaca-se a predominância da Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) e Floresta Estacional Decidual (Floresta Tropical Caducifólia) típicas do Bioma Mata Atlântica, e em menor extensão tem-se a presença de Estepe (formações vegetais constituídas pelas famílias das gramíneas, compostas e leguminosas). Também em relação aos tipos de uso do solo ZIANI (2014) também destaca que mesma é utilizada predominante para fins agrícola e que as áreas de floresta concentram-se, basicamente, nas áreas de maior declividade e ao longo dos cursos d'água. Situação esta que ficou evidente diante dos trabalhos de campos realizados na área de estudo.

Com base na classificação de Köppen, ZIANI (2014) pontua que o tipo climático na área de estudo é o “Cfa”, o qual se caracteriza como subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida. Tal característica associada às condições geológica e geomorfológicas favoreceu aos rios da bacia hidrográfica do Alto Jacuí grande potencial hidrelétrico. Diante disso, atualmente a mesma possui 10 empreendimentos hidrelétricos em operação, totalizando uma potencia instalada de, aproximadamente 883 MW. Entre esses empreendimentos destaca-se a Usina Hidrelétrica (UHE) de Ernestina, UHE Leonel de Moura Brizola, UHE de Itaúba e UHE Passo Real, que é a hidrelétrica com o maior reservatório do Estado do RS, com 22.250 hectares de área alagada (COAJU, 2012).

Em termos de economia na área de estudo, verifica-se que a mesma representa 6% do PIB do conjunto do Estado do RS, tendo como o setor agropecuário como o principal setor econômico da bacia com uma participação na formação do valor adicionado bruto de cerca de 20% (SEMA, 2012).

#### 4. Metodologia

Inicialmente realizou-se a definição do marco teórico da investigação e o resgate conceitual de temas abordados e discutidos na presente pesquisa. Entre esses temas destacam-se a Reserva da Biosfera Mata Atlântica e Bacia Hidrográfica. Buscando atender o objetivo da presente pesquisa, elaborou-se, no software ArcGIS 10.1® (ESRI), o mapa de abrangência da RBMA na bacia hidrográfica do Alto Jacuí. Este mapeamento utilizou como base dois arquivos digitais para uso em Sistema de Informações Geográficas (SIG) disponibilizados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS (FEPAM – RS), isto é, o arquivo dos limites municipais do Estado do RS e o arquivo referente a RBMA fase VI RS LI sirgas 2000. Estes arquivos estão apresentados na extensão shapefile, em coordenadas geográficas, datum SIRGAS 2000, na escala de 1:250.000. Os mesmos permitiram espacializar tanto os limites dos municípios que pertencem a área de estudo quanto os diferentes zoneamentos da RBMA, isto é, zona núcleo, zona de amortecimento e zona de transição.

O zonemaneto da RBMA no Estado do RS seguiu as normativas estabelecidas em Lino *et. al* (2009), a qual constitui na delimitação de áreas para a zona núcleo considerando as Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Unidades de Conservação de Proteção Integral e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN). As zonas de amortecimento são faixas sem limites mínimos que abarcam áreas no entorno das zonas núcleos que estejam em situação de conservação, podendo apresentar usos, desde que de forma sustentável. Por fim, as áreas de transição são áreas que também não apresentam limites mínimos e que abarcam áreas de cultivos variados, não considerando florestas plantadas de exóticas nem manchas urbanas, formando, assim, como o próprio nome sugere, uma transição gradual de ambientes, com o objetivo de conservar e diminuir a perturbação das zonas núcleo e de amortecimento (LINO *et al.* 2009).

Para o mapa de localização da bacia hidrográfica do Alto Jacuí utilizou-se a base cartográfica disponibilizada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a qual dispõe a rede hidrográfica do Estado do RS na escala 1:50.000. Já, para definir o recorte espacial da área de estudo, consideraram-se os limites das bacias hidrográficas disponibilizado para downloads pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) do Estado do RS com escala 1:50.000.

Através da ferramenta Field Calculator do software ArcGIS 10.1® (ESRI) calculou-se, em hectares, tanto a área da bacia hidrográfica do Alto Jacuí quanto a área da RBMA na área de estudo, possibilitando quantificar a abrangência dessas áreas. Tais resultados foram exportados para uma planilha eletrônica do Excel® onde se geraram tabelas e gráficos que auxiliem no processo de interpretação e análise desses dados.

Salienta-se ainda que se realizaram trabalhos de campo na área de estudo com o intuito de analisar e interpretar a paisagem aprofundando assim os conhecimentos sobre a mesma bem como verificar as condições em que se encontram os remascentes do Bioma Mata Atlântica.

## 5. Resultados

No mapa da RBMA na bacia hidrográfica do Alto Jacuí (Figura 2), é possível perceber a abrangência e a espacialização das diferentes zonas da RBMA tanto no Estado do RS quanto na própria na área de estudo, isto é, a bacia hidrográfica do Alto Jacuí. No que tange ao mesmo, pode-se notar que a área de ocorrência da RBMA, composta pela zona núcleo, zona de amortecimento e zona de transição, na bacia hidrográfica do Alto Jacuí, esta concentrada na porção centro-sul e nordeste da bacia.

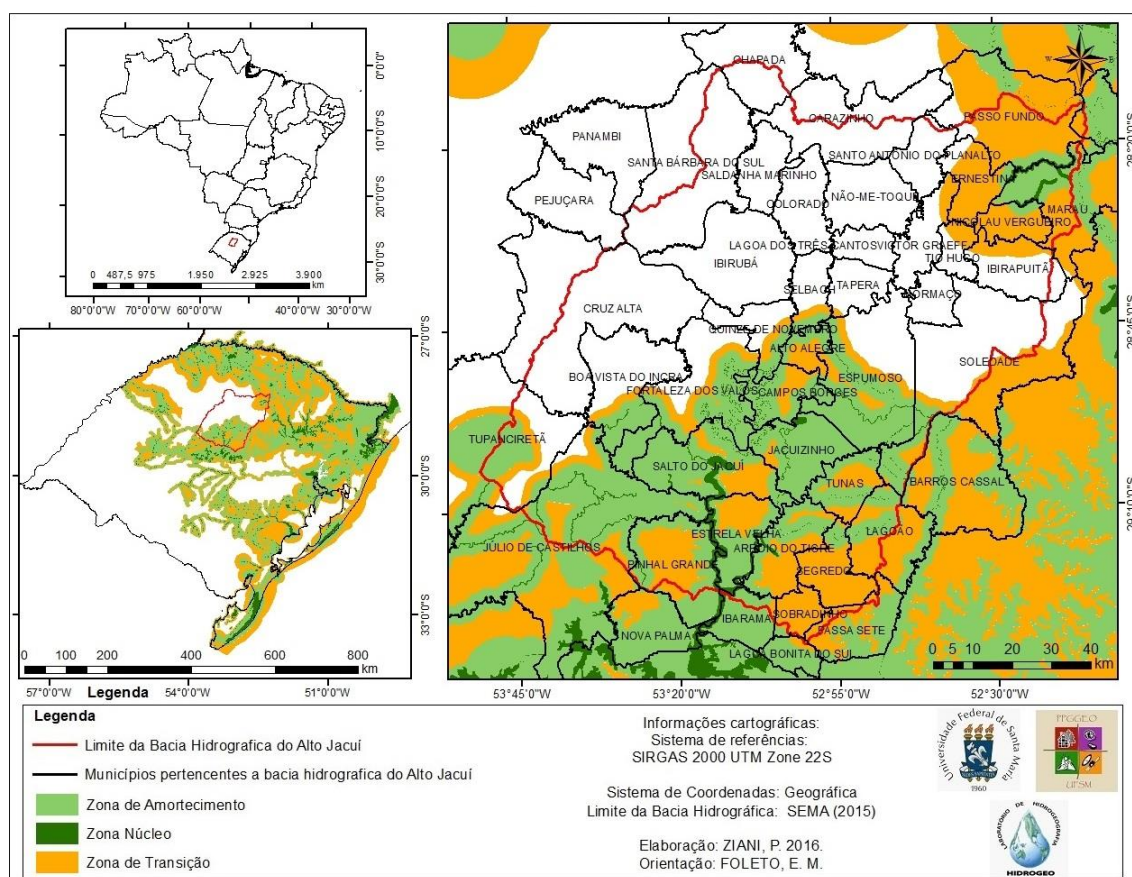


Figura 2 – Mapa da RBMA na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

Elaboração: ZIANI, P. (2016).

Além disso, conforme o gráfico a seguir (Gráfico 1), observa-se que 49% da área total da bacia hidrográfica do Alto Jacuí tá inserida na RBMA, sendo a zona de amortecimento do



zoneamento a mais abrangente (26%), seguido pela zona de transição (21%) e zona núcleo (2%).

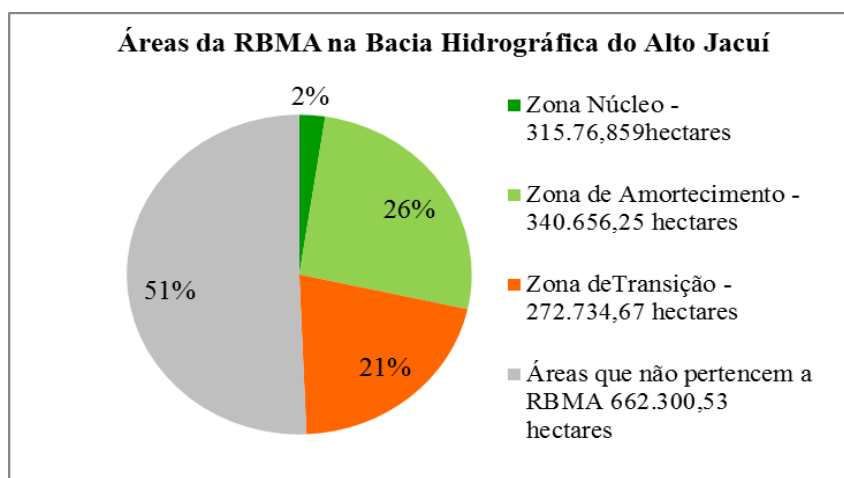


Gráfico 1 – Gráfico referente às áreas da RBMA na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

Org.: Autoras (2016).

Em relação a estas áreas e seu estado de conservação, pode-se verificar através da interpretação da paisagem realizada nos trabalhos de campo, que na zona de amortecimento, os remanescentes de Mata Atlântica encontram-se fragmentados e isolados, ficando evidente a pressão, predominantemente, agrícola sobre os mesmos, ratificando assim, a necessidade de traçar medidas e ações estratégicas em prol da conservação desses fragmentos florestais. Observou-se também que as Áreas de Preservação Permanente – de margens de rios, nascentes e encostas, isto é, zonas núcleo da RBMA, onde se encontram alguns dos mais significativos remanescentes de Mata Atlântica, não se apresentam em total estado de conservação, contendo corriqueiramente usos intensivos de cultivos, principalmente de soja, arroz e milho.

Todavia, porção nordeste da bacia hidrográfica do Alto Jacuí enfatiza-se a presença de duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), ambas localizadas no município de Passo Fundo: a RPPN Instituto Menino Deus com 5,19 hectares e a RPPN Maragato com 41 hectares, a qual inclusive foi reconhecida em 2014, pelo Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, como posto avançado da RBMA. Segundo o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza (SNUC), as RPPNs pertencem ao grupo das Unidades de Uso Sustentável e são regulamentadas pelo decreto nº 5.746/2006 que as define como: “Unidade de Conservação de domínio privado, com o objetivo de conservar a diversidade biológica, gravada com perpetuidade, por intermédio de Termo de Compromisso averbado à margem da inscrição no Registro Público de imóveis. (BRASIL, 2006, s/p).



Entende-se que estas RPPNs, bem como a articulação e criação de novas áreas protegidas ao longo da área de estudo, são de suma importância para a conservação dos remanescentes do Bioma Mata Atlântica e estratégicos para a manutenção da biodiversidade, uma vez que os proprietários destas áreas assumem um compromisso perpétuo com a conservação da natureza ali presente.

Em relação à Figura 2 observa-se ainda que toda a área dos municípios de Salto do Jacuí, Estrela Velha, Jacuizinho, Arroio do Tigre, Tunas, Campos Borges e Alto Alegre está inseridas na RBMA, sendo a zona de amortecimento a de maior abrangência. Sob esse municípios, destaca-se ainda que todos estão inseridos totalmente na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

Todavia, outros municípios como, por exemplo, Júlio de Castilhos, Tupanciretã, Pinhal Grande, Ibarama, Nova Palma, Lagoa Bonita do Sul, Passa Sete, Segredo, Barros Cassal, Nicolau Vergueiro, Ernestina, Marau e Passo Fundo apesar de não estarem inseridos totalmente na área de estudo em análise, são de suma importância, pois apresentam significativos remanescentes de Mata Atlântica em seus respectivos municípios, os quais estão direta ou indiretamente conectados aos remanescentes de Mata Atlântica presentes na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí e, conseqüentemente, de sua biodiversidade e serviços ambientais, os quais são fundamentais para a qualidade de vida dos seres humanos.

Entre as estratégias de gestão a serem adotadas pelos municípios, pode-se destacar o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica ou simplesmente Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA) que é um dos instrumentos de planejamento e gestão que os municípios podem adotar para promover o desenvolvimento sustentável e conservação da própria RBMA, o qual os municípios que compõe a bacia hidrográfica do Alto Jacuí poderiam adotar. Segundo Dutra (2013) esse PMMA tem por objetivo a proteção da Mata Atlântica por meio da conservação dos fragmentos de vegetação nativa e a recuperação de áreas degradadas. A mesma autora coloca que o PMMA deve identificar, planejar e ordenar as ações e medidas que buscam a conservação e a recuperação da Mata Atlântica, promovendo a conectividade das áreas conservadas e em recuperação.

A Lei Federal 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (Lei da Mata Atlântica), no seu artigo 38 institui o PMMA, permitindo aos municípios atuarem em favor da defesa, conservação e recuperação da vegetação nativa da Mata Atlântica. Sobre esse plano, Dutra (2013) pontua que o mesmo tem caráter indicativo e não determinante, pertencendo a cada município adequá-lo às suas necessidades e características específicas, respeitados sempre os objetivos gerais expressos na Lei da Mata Atlântica e o seu conteúdo mínimo, expresso no Decreto 6.660/2008. A mesma autora coloca que entre os objetivos do PMMA, expressos na Lei Federal 11.428/2006, está o acesso a recursos do Fundo de Restauração do Bioma Mata Atlântica através da indicação de

estratégias e medidas a serem adotadas, as quais devem ser traduzidas em programas, projetos e ações específicos.

Diante disso, entende-se que o PMMA serviria de instrumento estratégico em prol da conservação dos fragmentos florestais do Bioma Mata Atlântica, uma vez que este subsidiaria mecanismos que possibilitariam uma gestão ambiental sustentável, norteador assim o uso do solo e a conservação e a recuperação da Mata Atlântica, promovendo a conectividade das áreas conservadas e em recuperação.

## **6. Considerações Finais**

Pode-se destacar que dentre os principais instrumentos para a conservação da biodiversidade, tem-se a RBMA. A mesma pode ser observada ao longo de 644.967,794 hectares da bacia hidrográfica do Alto Jacuí o que corresponde a 49% da área de estudo. Esse fato ratifica a adoção de medidas que auxiliem na conservação desse bioma seja pelo COAJU, que é o comitê de bacia hidrográfica responsável, seja pelos municípios que compõem essa bacia e fazem parte da RBMA.

Aliada a essa questão, outro instrumento que corrobora na conservação do Bioma Mata Atlântica, no Brasil, é o PMMA, que é um instrumento de grande contribuição para o desenvolvimento sustentável dos municípios, conservação e recuperação de áreas degradadas dos fragmentos de Mata Atlântica apesar de ser, se comparado a outras políticas públicas de conservação da biodiversidade, relativamente recente, visto que existe desde 2006, através da Lei Federal 11.428/2006. Deste modo, por meio deste estudo, espera-se contribuir na discussão e disseminação dessa temática.

## **7. Agradecimento**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de estudos e ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) pelo auxílio financeiro para realização de trabalhos a campo.

## **8. Bibliografia**

BRASIL, 1997. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em: 11 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 9 nov. 2012.

Corrêa, F. (1996). *A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica: roteiro para o entendimento de seus objetivos e seu sistema de gestão*. 2. ed. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí (2012). Encarte do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí: outubro.

Dutra, C. M. et al., (Organizadores) (2013). *Roteiro para a elaboração dos Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica*. Série Biodiversidade, 48. Brasília: MMA, 2013

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS (FEPAM – RS). *Biblioteca Digital*. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases\\_geo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp)>. Acesso em: 4 jan. 2016.

Lino, C. F.; Dias, H.; Albuquerque, J. L. R. *Revisão e Atualização dos Limites e Zoneamento da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em Base Cartográfica Digitalizada*. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Disponível em: <[http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno\\_02.pdf](http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_02.pdf)> Acesso em: 14 set. 2013.

Marcuzzo, S.; Pagel, S. M.; Chiappetti, M. I. S. (1998). *A reserva da biosfera da mata atlântica no rio grande do sul: situação atual, ações e perspectivas*. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

Ministério do Meio Ambiente (2016). *Biomass – Mata Atlântica*. 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomass/mata-atlantica>>. Acesso em: 7 mar. 2016.

Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. Lei Estadual 10.350, de 30 de dezembro de 1994. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.mprs.mp.br/ambiente/legislacao/id468.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. (Org.). *Diálogos em Geografia Física*. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011. p. 111-125.

Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2010). *Bacias Hidrográficas do RS*. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/>>. Acesso em: 6 set. 2014.

Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2012). *Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul – Ano 2009/2010*.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (2008). *Projeto conservação da biodiversidade como fator de contribuição ao desenvolvimento do estado do Rio Grande do Sul*. Versão reformulada. Porto Alegre.

SEPLAN - Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional do Estado do Rio Grande do Sul (2016). *Atlas Sócioeconômico do Rio Grande do Sul – Hipsometria e unidades geomorfológicas*. Disponível em: <[http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/conteudo.asp?cod\\_menu\\_filho=791&cod\\_menu=790&tipo\\_menu=APRESENTACAO&cod\\_conteudo=1330](http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu_filho=791&cod_menu=790&tipo_menu=APRESENTACAO&cod_conteudo=1330)>. Acesso em: 31 de jan. 2016

Tundisi, J. G. (2003) *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Paulo: RiMa, IIE.

Ziani, P. (2014). *Caracterização Geográfica da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí: Subsídio ao Manejo Integrado*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria.

# **CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM OBJETOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO DESCOBERTO, NO DISTRITO FEDERAL, COM BASE EM IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT 8 - OLI.**

E. S. Bias<sup>(a)</sup>, G. B. Chelotti<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, edbias@unb.br

## **Resumo**

O presente trabalho apresenta a análise de uma classificação do uso e ocupação do solo baseada em objetos, na Bacia do rio Descoberto, localizada na porção oeste do Distrito Federal e que possui uma grande diversidade de atividades agrícolas. O processo foi realizado utilizando-se imagens orbitais Landsat 8 (OLI) e o software InterIMGE, plataforma open source de classificação de imagens orbitais, baseada em objetos. Os resultados demonstraram a eficiência da classificação, avaliada por meio da comparação dos índices Global, Kappa e Tau, sendo que o índice Kappa atingiu 79,07%.

**Palavras chave:** Classificação baseada em objetos, Índice Kappa, Landsat 8

## **1. Introdução**

O homem ao longo de sua existência vem modificando o ambiente natural, muitas vezes de forma inadequada, principalmente com a expansão agrícola e urbana, causando impactos negativos para o meio ambiente e interferindo diretamente na qualidade ambiente dos diversos seres vivos. Almeida Júnior *et al.*, (2014) acentua que estes problemas tornam-se mais preocupantes, quando analisando os impactos no contexto das bacias hidrográficas, por serem elas unidade de planejamento ambiental, onde encontramos integrados diversos usos.

Desde a década de 1960 o Sensoriamento Remoto vem se demonstrando uma importante ferramenta para o estudo da superfície terrestre. Ao longo dos anos o desenvolvimento tecnológico dessa tecnologia foi intenso, proporcionando o surgimento de diversos sensores, com diferentes resoluções espaciais, espectrais, radiométricas e temporais. Entretanto, contrariamente a evolução dos sensores, os modelos de classificação não seguiram a mesma evolução. Durante muitos anos, dispúnhamos unicamente de modelos de classificação baseados na análise do pixel e na resposta espectral dos elementos por ele representados.

Este fato causa uma série de limitações, uma vez que o pixel é uma unidade espacial artificial. Entre as limitações dos métodos de classificação baseado em pixels, podemos citar: a não consideração de padrões espaciais; a dificuldade de se discriminar classes com características espectrais semelhantes. Este limitadores, influenciam o resultado, gerando com frequência o efeito “sal e pimenta” (Costa, 2013).

No âmbito da classificação de imagens de satélite, a Classificação Orientada ao Objeto – OBIA (Object Based Image Analysis) vem ganhando importância nos últimos anos. As técnicas utilizadas pela OBIA possuem uma nova abordagem, promovendo uma classificação baseada em objetos identificáveis na imagem, ao invés de pixels isolados, oferecendo meios para a representação e processamento do conhecimento humano sobre características específicas dos alvos, tais como cor, textura, formato, contexto, tamanho, relações de vizinhança, entre outros (Passo *et al.*, 2013).

A OBIA requer um procedimento prévio de segmentação que, na prática, constitui o reconhecimento dos objetos do mundo real na imagem, fazendo com que o número de elementos a serem interpretados no processo de segmentação seja drasticamente reduzido (Vieira, 2010).

A orientação baseada em objetos pode ser entendida como a análise da relação de um objeto com seus vizinhos. Essa abordagem favorece uma estruturação de classes em uma rede semântica que permite a inserção de informações cognitivas no processo de classificação (Passo, 2013).

A grande vantagem da OBIA é que o usuário pode isolar objetos e explorar informações espectrais e espaciais, tirando proveito de todas as dimensões do sensoriamento remoto (Passo, 2013).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar a classificação do uso do solo na Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto por meio de técnicas de OBIA com base em uma imagem Landsat 8 – OLI.

## **2. Área de Estudo**

A Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto está localizada na região Centro Oeste, inserida parte no Distrito Federal e outra no Estado de Goiás. Situa-se entre as latitudes 15°35'00'' e 15°48'00'' S e as longitudes 48°03'00'' e 48°15'00'' O, abrangendo uma área de 452 km<sup>2</sup>, figura 1.

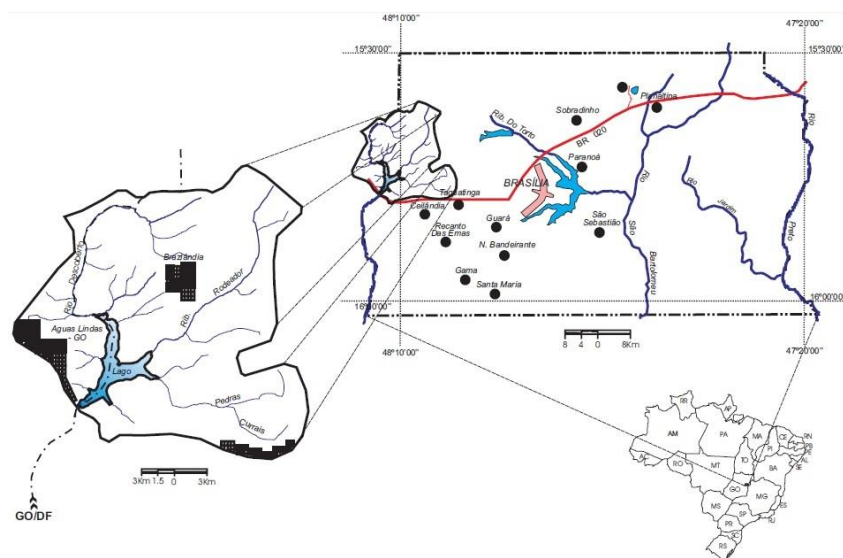


Figura 1 – Localização da Bacia do Alto Descoberto. Fonte: Reatto *et al.*, 2003

A Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto vem sofrendo intensas alterações no uso da terra desde a criação do Reservatório do Descoberto, em 1974, que hoje é o responsável pelo abastecimento de cerca de 66% da população do Distrito Federal. A bacia se destaca pelo potencial agrícola, principalmente pelas culturas de tomate, morango e goiaba. A cidade satélite de Brazlândia, a mais importante da bacia, possui a terceira maior produção de morango do Brasil e é responsável por cerca de 60% do abastecimento agrícola do Distrito Federal (Distrito Federal, 2015).

A área de estudo possui clima tropical Aw segundo a classificação de Köppen e o relevo é predominantemente plano ondulado. Quanto ao uso do solo, a área é bastante heterogênea, sendo possível distinguir, remanescentes de vegetação nativa (cerrados e matas) nas proximidades do reservatório do Descoberto e em parte do Parque Nacional de Brasília, áreas reflorestadas como a Floresta Nacional de Brasília; adensamentos urbanos (cidades satélites de Taguatinga, Águas Lindas e Brazlândia) e finalmente, solo exposto em diversas localidades, figura 2:.



Figura 2 – Recorte de imagem obtida pelo Sensor OLI do Satélite Landsat 8 para a região da Bacia do Alto Descoberto de agosto/2015. Composição de bandas: 4/3/2. Imagem fusionada com resolução espacial de 15m.

### 3. Material e Métodos

Foi utilizada uma imagem obtida pelo sensor OLI – Operational Land Imager, a bordo do satélite Landsat 8 Órbita 221, Ponto 71, com resolução espacial de 30 metros, obtida em agosto de 2015 no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> e os softwares livres QGIS 2.10.1 e InterImage 1.43.

Utilizando o software QGIS foi realizada a etapa de pré-processamento da imagem, conforme os seguintes procedimentos:

1. Empilhamento de bandas: na aba raster, seleciona-se “miscelânea” > “mosaico...”. Nessa etapa foram empilhadas as bandas 1 a 7.
2. Fusão de bandas: Visando melhorar a resolução espacial da imagem de 30 metros para 15 metros. Primeiramente foi realizada uma sobreposição de bandas entre a banda 8 (pancromática) e o empilhamento obtido na etapa anterior, por meio da ferramenta “Superimposesensor” disponível na Caixa de Ferramentas Orfeo. Após a sobreposição, foi realizada a fusão propriamente dita por meio da ferramenta Pansharpening “(res)” também disponível na Caixa de Ferramentas Orfeo.
3. Corte da imagem: após o fusionamento, foi realizado um corte da imagem fusionada para a área de interesse: Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto.



No software InterImage optou-se pela realização de uma classificação utilizando o operador Top Down TA\_C45\_Classifier, seguindo as etapas descritas abaixo:

1. Seleção da Composição colorida 5/4/3
2. Definição de seis classes (nós filhos): água, urbano/solo, rural, cerrado, mata/floresta, e área queimada.
3. Determinação das amostras de treinamento:

Na função Samples editor foi realizada a segmentação da imagem com o operador Top\_Down Baatz\_Segmenter com os parâmetros: Compactness Weight = 0.8; Color Weight = 0.3; Scale Parameter = 200; Reliability = 0.2 e Euclidean Distance = 20.

Foram selecionados 30 amostras (segments) para cada classe (figura 3) e, após a seleção os dados foram exportados para o formato Shapefile.

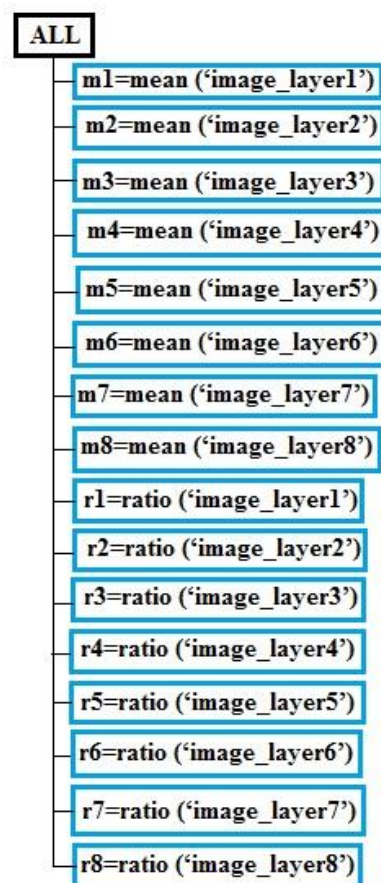


Figura 3 – Regra de decisão utilizada para a exportação do *shape* de amostras de treinamento

Para avaliação da qualidade da classificação, foi elaborada uma Matriz de Confusão no software QGIS considerando cada segmento como unidade amostral. A partir da matriz, foram calculados os coeficientes de concordância Exatidão Global, *Kappa* e *Tau*.



A Exatidão Global ( $P_0$ ) é calculada dividindo-se a soma dos valores da diagonal principal da Matriz de Confusão, que representa o número de segmentos classificados corretamente ( $n_{ii}$ ), pelo número total de segmentos (Passo, 2013), conforme Equação 1:

$$P_0 = \frac{\sum_{i=1}^M n_{ii}}{N}, \text{ onde: (Eq. 1)}$$

$M$  = número de classes da Matriz de Confusão;

$n_{ii}$  = segmentos classificados corretamente (elementos da diagonal principal);

$N$  = número total de segmentos.

O Coeficiente *Kappa* reflete a concordância entre os dados da classificação e a verdade de campo para escalas nominais (Cohen, 1960) e é definido pela Equação 2:

$$K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c}, \text{ onde: (Eq. 2)}$$

$P_0$  = Exatidão Global;

$P_c$  = proporção de segmentos que concordam por casualidade, representada pela equação 3:

$$P_c = \frac{\sum_{i=1}^M n_{i+} \cdot n_{+i}}{N^2}, \text{ onde: (Eq. 3)}$$

$M$  = número de classes da Matriz de Confusão;

$n_{i+}$  = total de segmentos classificados de uma classe (total da coluna)

$n_{+i}$  = total de segmentos de referência de uma classe (total da linha)

$N$  = número total de segmentos.

O Coeficiente *Tao* é um ajuste do percentual de concordância, obtido pela Exatidão Global, pelo número de classes (Brites et al, 1996). É determinado pela Equação 4:

$$T = \frac{P_0 - 1/M}{1 - 1/M}, \text{ onde: (Eq. 4)}$$

$P_0$  = Exatidão Global;

$M$  = número de classes da Matriz de Confusão.

#### 4. Resultados

A segmentação realizada na imagem gerou 19.235 segmentos, figura 4.

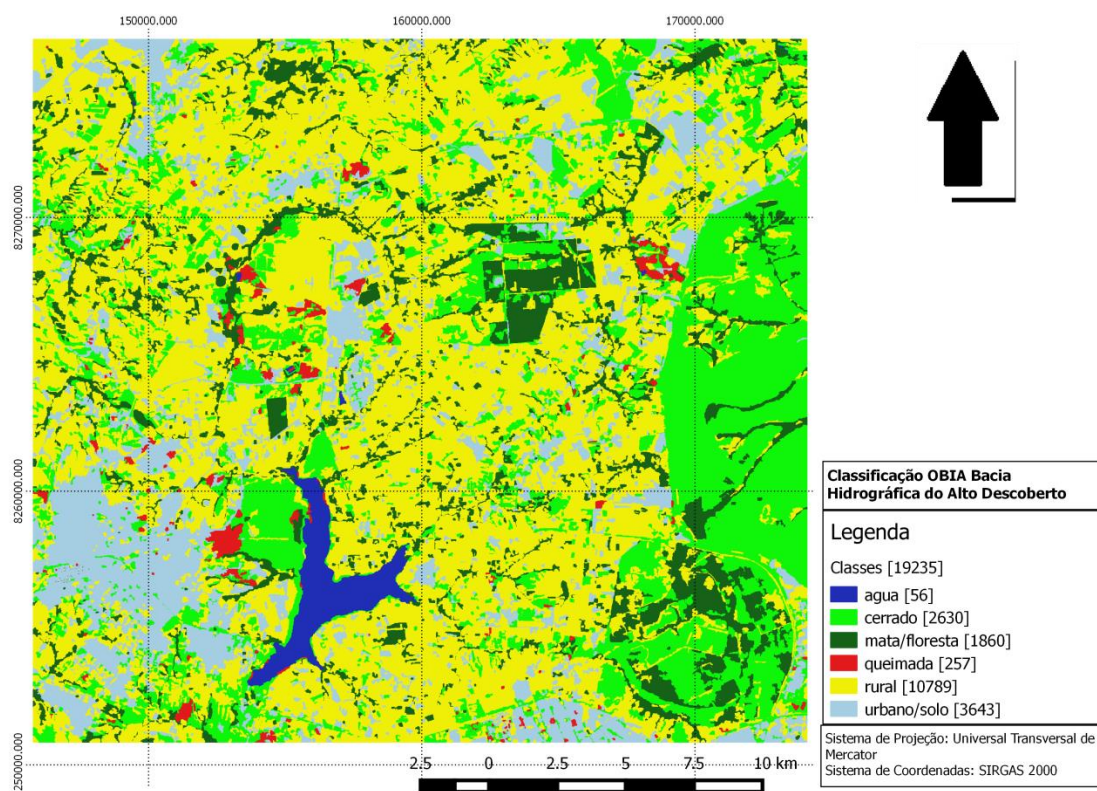


Figura 4 –Classificação da Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto

A tabela 1 apresenta a Matriz de Confusão gerada para análise da qualidade da classificação.

Tabela I – Matriz de Confusão

		Dados de Referência					
		Água	Cerrado	Floresta/Mata	Rural	Urbano/Solo	Queimada
Dados Classificados	Água	53	2	7	0	0	7
	Cerrado	0	2105	37	1626	71	0
	Floresta/Mata	0	104	1530	334	2	0
	Rural	0	120	264	8121	353	0
	Urbano/Solo	0	214	4	706	3186	36
	Queimada	3	85	25	2	31	214
	Total Linha	56	2630	1860	10789	3643	257
		Total Coluna	69	3839	1970	8858	4146

Observou-se que o resultado da classificação (Figura 4) apresentou misturas em algumas classes, que não podem ser identificadas facilmente por uma análise visual. No entanto, a aplicação e a análise da matriz de confusão permitiu observar que os maiores erros de comissão ocorreram entre as classes “Rural” e “Cerrado” e “Rural” e “Urbano/solo”, sendo o maior deles, verificado na classe “Rural”.

Esse fato pode ser explicado pela grande heterogeneidade de atividades agrícolas da bacia (culturas de morango, hortaliças, flores, grãos, entre outros,) que apresentam diferentes respostas espectrais, além de possuírem ciclos de colheita diferentes. Esta peculiaridade,

atrelada ao tamanho do pixel (15x15m), faz com que em alguns momentos as áreas respondam como solo exposto e em outros períodos como vegetação do cerrado. As classes “água” e “queimada”, apresentaram baixo erro na classificação, demonstrando que os parâmetros definidos na segmentação foram bem ajustados para estas classes.

A despeito disso, o resultado da classificação apresentou altos valores de coeficientes de concordância. A Exatidão Global, índice *Kappa* e índice *Tau* atingiram os valores de 79,07%, 68,45% e 74,88%, respectivamente. Esses resultados indicam uma classificação considerada como Muito Boa, de acordo tabela de qualidade (tabela 2) proposta por Landis e Koch (1977) para avaliação de mapas temáticos com base no índice *Kappa*.

Tabela II – Qualidade da classificação associada ao índice *Kappa*

<b>Índice <i>Kappa</i></b>	<b>Desempenho</b>
$< 0$	Péssimo
$0 < K \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < K \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < K \leq 0,6$	Bom
$0,6 < K \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < K \leq 1$	Excelente

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977)

Analisando os resultado obtido no presente estudo (*Kappa* 79,07%), com o apresentado por Almeida Júnior et al. (2014) na Bacia do Rio Paraguai no Mato Grosso (62,06%), também utilizando imagens Landsat 8 e classificação baseada em 3 classes temáticas (vegetação natural, cana e outros usos) pelo método MAXVER, observa-se a diferença na qualidade da classificação, especialmente, se considerarmos que no presente trabalho, foram definidas 6 classes temáticas, 3 a mais que o trabalho de Almeida Júnior (2014).

## 5. Conclusões

Considerando a baixa resolução espacial das imagens do satélite Landsat-8 e a grande heterogeneidade de usos do solo na Bacia Hidrográfica do Alto Descoberto, o resultado da classificação foi satisfatório, principalmente por não basear-se somente no valores espectrais dos pixels.

O trabalho permitiu observar que existe uma relação entre o número de erros e o número de classes, da mesma forma como ocorre nos métodos tradicionais de classificação baseada no pixel. Quanto maior o número de classes, maior o erro na classificação.

## 6. Bibliografia

Almeida Junior, E. S. ; Nascimento, D. L. ; Galvanin, E. A. S. ; Neves, S. M. A. S. ; Jesus, P. H. H.; Gouveia, R. G. L. (2014) Comparação dos métodos de classificação supervisionada e orientada a objeto em imagens Landsat 8 na Bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara Mato Grosso. In: 5 Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2014, Campo Grande. 5 Simpósio de Geotecnologias no Pantanal.

Brites, R. S., Soares, P. S., Ribeiro, C. A. A. S. Comparação de desempenho entre três índices de exatidão aplicados a classificações de imagens orbitais. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19, abril 1996, INPE, p. 813-821.

Cohen, J. A. (1960) Coefficient of Agreement for Nominal Scales. Educational and Psychological Measurement. Vol. XX. n.º 1.

Costa, G. (2013) Classificação de Imagens de Sensoriamento Remoto Baseada em Objetos com o uso do Sistema InterIMAGE. PUC/RJ. Geobia. 186p.

DISTRITO FEDERAL (2015) Conheça Brazlândia RA-IV. Administração Regional de Brazlândia. Disponível em: <http://www.brazlandia.df.gov.br/sobre-a-ra-iv/conheca-brazlandia-ra-iv.html>. Acesso em: 18/9/2015.

Landis, J. R., Koch, G. G. (1977) The Measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, v.33, n.1, p. 159-174.

Passo, D. (2013) Identificação de Alvos Urbanos em Imagens de Alta Resolução Espacial – Uma Aplicação com as Imagens do Satélite WORLDVIEW II. Dissertação de Mestrado. IG/UnB. 122p.

Passo, D. P., Bias, E. S., Brites, R. S., Costa, G. A. O. P. (2013) Uso do Sistema InterImage para Identificação de Alvos Urbanos em Imagens do Satélite WorldView II. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, n.º 65/6, p. 1211-1221, Nov/Dez/2013



# DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM BASE NO CÓDIGO FLORESTAL NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO MARIMBONDO – JALES (SP)

L. V. Modesto.<sup>(a)</sup>, A. P. N. Pires<sup>(b)</sup>, T. C. S. Rodrigues<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia, UFMS  
laisviudes@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, FCT-UNESP  
anageografa@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, FCT-UNESP  
taissageo@hotmail.com

## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo fazer o levantamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) da sub-bacia hidrográfica do Córrego do Marimbondo no município de Jales/SP, e fazer o diagnóstico dessas áreas de acordo com a lei ambiental vigente, o Código Florestal – Lei 12.651/2012. A identificação somente foi possível devido ao uso das técnicas de Sensoriamento Remoto, a caracterização das APP foram feitas via imagens do sensor OLI Landsat-8, no *software* ArcMap 10.2 do ArcGIS. Após ser constatado que quase em sua totalidade as APP estavam irregulares, foi elaborado o Mapa de Espacialização das Áreas de Preservação Permanente de acordo com o Código Florestal. Sendo assim, por meio do produto deste artigo espera-se contribuir com o planejamento ambiental não somente deste município, mas suscitar as discussões no âmbito desta temática inserida no contexto da gestão de bacia hidrográfica e dos recursos hídricos.

**Palavras chave:** Áreas de Preservação Permanente, Código Florestal, Jales (SP).

## 1. Introdução

A adoção da bacia hidrográfica como área de estudo e unidade territorial para a gestão dos recursos hídricos permite o planejamento do uso das águas e favorece a integração das questões ambientais com a gestão das águas; uma vez que as atividades desenvolvidas nas áreas à montante do rio trazem implicações a jusante dos corpos d'água, causando impactos nítidos em todo o arranjo do espaço geográfico. A gestão de recursos hídricos baseada no recorte territorial das bacias hidrográficas ganhou força no início dos anos 1990 quando os Princípios de Dublin foram acordados na reunião preparatória à Rio-92.

Sendo assim, também no Brasil a bacia hidrográfica vai se constituir como unidade territorial que vai ser o cenário de implementação de uma série de políticas no âmbito da proteção, conservação, planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos que estão previstas na Política Nacional de Recursos Hídricos. As ações voltadas para a gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica demandam a observação das características ambientais, sociais e econômicas, pois o monitoramento da qualidade e volume das águas de um manancial vai depender,

portanto, dos usos e atividades que são desenvolvidas em todo o arranjo dos afluentes e do rio principal (Mota, 1995).

No campo de ações que tem como objetivo a gestão dos recursos hídricos estão inseridas as Áreas de Preservação Permanente que são áreas regulamentadas pela lei e cujo está determina que sejam conservadas intactas, uma vez que são responsáveis por garantir a proteção dos rios, córregos e mananciais; também tem influência na estabilidade das margens dos cursos d'água, e atua como local que abriga a biodiversidade; além de estar relacionada ao bem-estar da sociedade de maneira geral. A lei é bastante clara quanto a manutenção rígida das áreas de APP, sendo permitido, em alguns casos, somente a supressão tendo em vista para a utilidade pública.

O dispositivo legal que define os parâmetros para as APP e também abriga o conjunto de medidas que devem ser aplicadas com o objetivo de assegurar a proteção destas é o Código Florestal Brasileiro. O Código Florestal no âmbito do jurídico brasileiro têm sua área de atuação no que se refere à proteção das florestas, ao uso sustentável dos recursos naturais e das demais formas de vegetação. O “novo” Código Florestal sofreu algumas modificações, as Áreas de Preservação Permanente ao redor dos cursos d'água foram alteradas, sendo que a sua metragem passou a ser estabelecida a partir do leito regular do rio e também baseada na divisão de módulos fiscais (tamanho do imóvel) para determinar a recomposição mínima de APP na bacia; ou seja, não dependendo apenas do tamanho do curso d'água.

A legislação prevê que Áreas de Preservação Permanente devem ser mantidas intactas para garantir a qualidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, mas também assegurar a biodiversidade e o bem-estar social. A manutenção das áreas de APP é de fundamental importância para o planejamento ambiental nas bacias hidrográficas e consequentemente para a gestão dos recursos hídricos; pois elas interferem diretamente na estabilidade dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos nos respectivos lugares em que se encontram.

A seguir a definição do que são as Áreas de Preservação Permanentes de acordo com o Art. 3º do Código Florestal – Lei 12.651/2012:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por: II Área de Preservação Permanente APP: “Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas;”

(BRASIL, CÓDIGO FLORESTAL, Lei 12.651/2012.)

As intervenções cada vez mais recorrentes, seja a supressão total ou parcial, feita nos locais que deveriam ser compostos pelas áreas de APP para abertura de novas áreas agrícolas, ou para a expansão urbana, causam impacto para além do visível. As alterações desordenadas

comprometem a médio e longo prazo a recarga do lençol freático, a qualidade e volume das águas na superfície e subterrâneas, a perda de solo e a degradação dos mananciais de maneira geral.

Nessa perspectiva, o presente trabalho constituiu-se na realização do levantamento das Áreas de Preservação Permanente da sub-bacia hidrográfica do Córrego do Marimbondo, no município de Jales/SP, localizado na região noroeste do estado de São Paulo; e o diagnóstico destas com base na legislação ambiental brasileira, o Código Florestal (Lei 12.651). De forma que a Lei nº 12.651/12, em seu Art. 4º para áreas rurais já consolidadas que não foram desmatas até 2008, estabelece que:

Art. 4º. Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; [...]. (BRASIL, CÓDIGO FLORESTAL, Lei nº. 12.651/2012).

Entres causas dominantes de impacto negativo nas sub-bacias e bacias hidrográficas no cenário rural; e que de maneira geral estão intrinsecamente relacionadas com a gestão dos recursos hídricos e o planejamento ambiental, estão as precárias formas de conservação do solo, a derrubada das APP, o uso desordenado de fertilizantes e agrotóxicos e a falta da aplicação de gestão no uso dos recursos hídricos. Sendo o Brasil um país cuja a produção agrícola é destaque, e as áreas agricultáveis apresentam contínua expansão, os agricultores representam parte de uma importante categoria no que se refere a responsabilidade ambiental de cuidar acerca dos impactos decorrentes de suas ações nas respectivas propriedades. Uma vez que na maioria das vezes reverter uma situação de impacto negativo gerada a partir da expansão de uma cidade demanda uma quantidade maior de esforços que em muitos casos são impossíveis de serem colocados em prática.

O desenvolvimento contínuo da atividade agrícola e pecuária em uma região ocasiona modificações na paisagem local, e demanda grandes quantidades de água; uma vez que essas atividades são consideradas como as maiores responsáveis pelo consumo deste recurso, além de também influenciarem diretamente na sua qualidade. A qualidade da água está relacionada com o processo de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica e também com os mecanismos da



gestão de recursos hídricos que podem ser empregados para nortear esses processos com a finalidade de minimizar as consequências negativas. Sendo assim, sem um efetivo planejamento ambiental a ação antrópica causa impactos não somente na paisagem, mas a interferência do homem de maneira indiscriminada tem atuado de forma participativa na geração de poluição dos mais diversos tipos que tem uma implicação direta na qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

A ausência de um planejamento racional para uso da terra, seja pela falta de conhecimento, ou pelo não cumprimento dos papéis a que são encarregados os agentes públicos, tem sido a causa de distintos efeitos negativos no meio. Em muitas vezes os impactos chegam a limites críticos, resultando em uma degradação ambiental grave onde há a redução da qualidade de vida não só para uma determinada comunidade, mas também para toda uma população, e também se arrasta a outras escalas.

Assim, o que se pretende aqui é fomentar as discussões no sentido da conservação ambiental para áreas estratégicas e as APP se enquadram neste segmento; pois além de serem regulamentadas pela legislação ambiental vigente, devido a abrigar inúmeros ecossistemas que estão ligados de forma interdependente; também possuem um papel importante na qualidade de vida de uma população de um município, estado e país; tendo em vista que os processos nas múltiplas escalas se conectam. As Áreas de Preservação Permanente desempenham inúmeros papéis; porém todos de significativa relevância em suas micro escalas de atuação e do ponto de vista de quando se conectam, seja no meio físico, ou na melhora da qualidade de vida do ser humano, essas áreas ajudam e são responsáveis também no que se refere à inibição dos efeitos erosivos; a lixiviação de nutrientes do solo; a minimizar o assoreamento de rios e lagos o que leva a regularização da vazão de água dos canais, e contribui para a qualidade e volume das águas; entre outros.

Entender a importância da preservação e reconstituição das APP é muito importante, uma vez que essas áreas, são fundamentais para manter a produtividade em sistemas agropecuários. Pois possuem influência direta na produção e conservação dos recursos hídricos, da biodiversidade, do solo, na manutenção de abrigo para agentes polinizadores, para agentes dispersores, e para inimigos naturais de pragas das próprias culturas de uma propriedade. Portanto, é fundamental a conscientização dos proprietários no sentido de desmistificar a ideia de que as Áreas de Preservação Permanente prejudicam do ponto de vista que diminuem área total que pode ser usada para a produção (Silva *et al.*, 2011).

Assim sendo, dentro deste contexto, os estudos relacionados a conservação das APP são de grande contribuição, pois buscam identificar essas áreas e também propor medidas de recuperação, tendo em vista a qualidade de vida do homem, e também assegurar uma relação

saudável entre este e o meio que o abriga evitando o potencial risco ambiental e social. O mapa elaborado neste trabalho permite a visualização da degradação ambiental que existe em algumas áreas na sub-bacia hidrográfica do Córrego do Marimbondo no município de Jales/SP. Esse produto favorece o conhecimento da área para futuras interferências no âmbito do planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos.

## 2. Objetivo

No presente trabalho foi feita a aplicação do Código Florestal – Lei 12.651/2012 na sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Marimbondo com a identificação das Áreas de Preservação Permanente.

## 3. Procedimentos Metodológicos

A sub-bacia hidrográfica do Córrego do Marimbondo está situada no município de Jales/SP na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, pertencente à UGRHI-18 que localiza-se à noroeste do estado de São Paulo; na porção limítrofe com o estado do Mato Grosso do Sul.

A localização da área de estudo pode ser observada na Figura 1, o Mapa de Localização da área de estudo, de elaboração própria utilizando base de dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) a seguir:

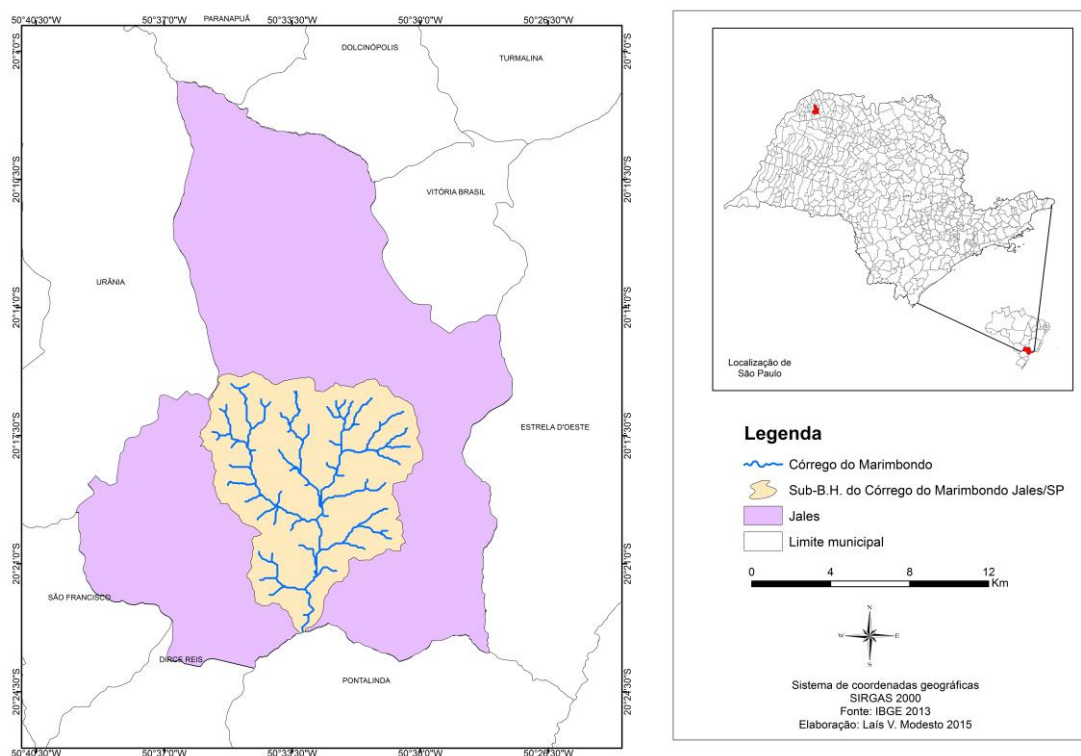


Figura – Localização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados possui uma área total de drenagem de 6.805,20 km<sup>2</sup>. Localizada em uma área pertencente ao bioma Cerrado com sua rede de drenagem correspondente ao padrão dendrítico médio e de tipo retilíneo, como apresentado na Figura 1, o estado de São Paulo é o que apresenta o menor índice da cobertura vegetal natural característica do Cerrado, cerca de 33% apenas, para uma área de 8.134.578 ha segundo o Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal do bioma Cerrado, encomendado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2010.

Para confecção e processamento dos dados, foi usado um notebook Acer Aspire, tela 15.5, Intel Core i5, 6GB de memória RAM, Windows 8.1 e 1T HD. O *software* utilizado para a manipulação dos dados e confecção do produto foi o ArcMap do ArcGis 10.2.

A identificação das APP foram feitas a partir de cruzamento de informações obtidas de classes de mapas de uso da terra e cobertura da terra desta sub-bacia hidrográfica. Após isso foi feita a delimitação dessas áreas para a confecção do Mapa final.

Foram definidas as Áreas de Preservação Permanentes ao longo do curso d'água e ao redor das nascentes da sub-bacia do Córrego do Marimbondo, utilizando a ferramenta *buffer* no ArcMap 10.2 em *Geoprocessing*, foi possível ao longo do Córrego e das áreas de nascentes aplicar as medidas que estão previstas na lei, o Código Florestal – 30m de APP de cada lado da drenagem para córregos inferiores a 10m de largura, e 50m de raio de APP para nascentes. Sendo assim, fundamentado na Lei 12.651/2012 que considera essas áreas, cobertas ou não por vegetação nativa: “com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

#### **4. Resultados e Discussão**

A fundamental importância das áreas definidas como Áreas de Preservação Permanente constitui-se do ponto de vista da dinâmica dos processos naturais nos quais estas estão intrinsecamente inseridas de forma a participar ativamente. Sendo assim, essas áreas atuam de maneira a assegurar a qualidade ambiental onde estão localizadas, desempenhando inúmeras funções, entre elas: contribuem diretamente para dissipar a energia do escoamento superficial, proteger as margens dos corpos d'água, estabilizar encostas, proteger nascentes, impedir o assoreamento dos cursos d'água, abastecer o lençol freático, capturar e reter de carbono. Portanto, em locais onde ocorre a supressão total ou parcial das APP subentende-se que haverá o desequilíbrio, e conseqüentemente o impacto negativo, no que se refere as diferentes ações que envolvem estas áreas.

A seguir na Figura 2, o Mapa de Espacialização das APP de acordo com a Legislação Ambiental. Foi elaborado o mapa temático resumindo as informações legais e de simulação de situação ideal para a área de estudo, com base de dados IBGE (2013) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2001):

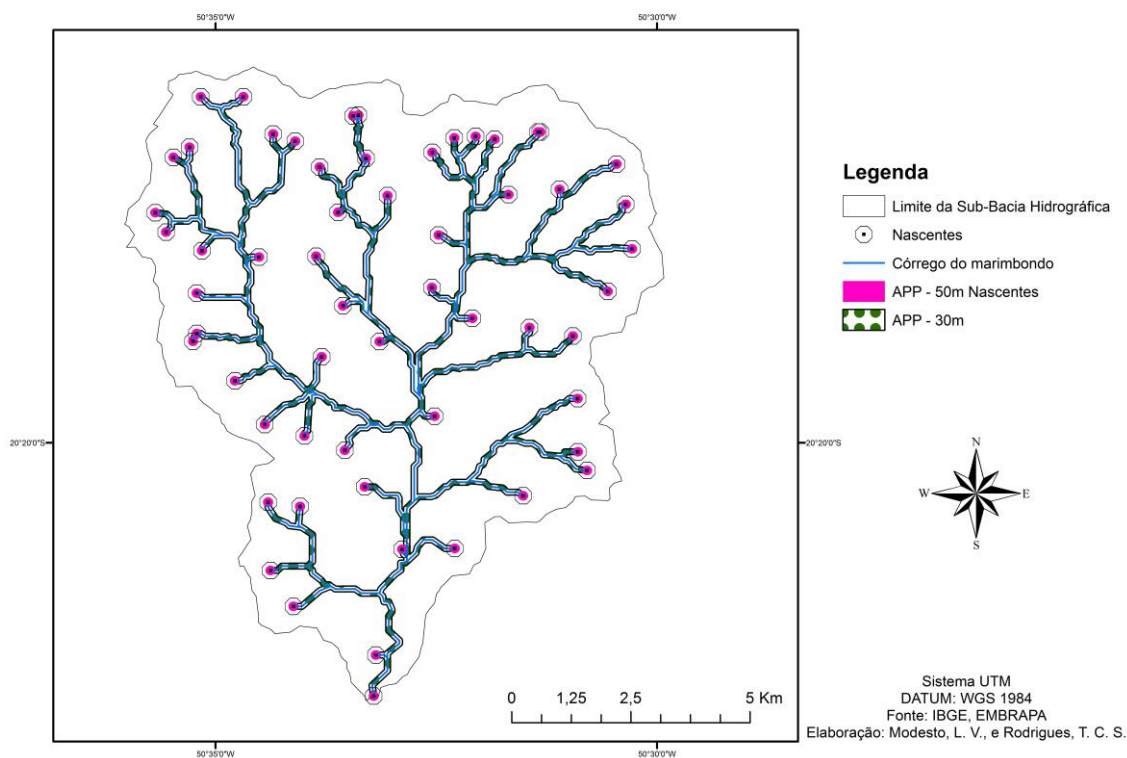


Figura 2 – Espacialização das Áreas de Preservação Permanente de acordo com a Legislação Ambiental

A Figura 2 caracteriza a configuração de como ficaria a paisagem da área com a mata ciliar em torno das redes de drenagem e nascentes, respeitando os limites que estão prescritos no Código Florestal Brasileiro. As nascentes devem ter no mínimo 50 metros de largura de raio com até 10 metros de largura, as Áreas de APP devem ter 30 metros contadas a partir do leito regular.

Foi observado no trabalho de campo uma certa resistência, por parte dos agricultores, em cumprir com a legislação; (Jacovine et al., 2008), nessa perspectiva, aborda que muitos agricultores alegam que uma parte significativa da propriedade fica ocupada pelas áreas de preservação permanente, o que acarreta a perda de terras agricultáveis.

## 5. Conclusão

A sub-bacia do Córrego do Marimbondo apresenta problemas ambientais que são consequência das atividades antrópicas ali desenvolvidas de forma indevida, e da retirada da cobertura vegetal

para o uso agropecuário feito sem um planejamento com a preocupação voltada aos recursos hídricos deste local.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto foi o diferencial, e de grande utilidade para se chegar ao produto final do objetivo que foi proposto aqui. A partir daí foi possível a avaliação da sub-bacia permitindo fazer a caracterização das áreas que apresentam uso incorreto. Podendo assim, simular e gerar o mapa final de como deveria ser a configuração correta para as APP deste local; além de ter o melhor direcionamento para ações preventivas e de correção na área. Senso assim, foi observado que com o desenvolvimento das atividades antrópicas que avançam sobre o ambiente, a demanda por tecnologias de ambos os lados tem sido crescente, seja para o lado da fiscalização; ou para os grandes produtores rurais que já utilizam para monitorar suas produções.

Também este trabalho reforça a evidência da importância dos estudos no âmbito da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento territorial para a conservação dos recursos naturais.

Portanto orienta-se, com base no levantamento de informações feito aqui, que serão necessários mais investigações na área da sub-bacia com o intuito de promover o uso racional dos recursos hídricos e do solo. A elaboração de uma proposta de uso ordenado do solo visa contemplar isso, e diminuir a degradação do meio ambiente.

### Referências Bibliográficas

- Brasil, Lei nº 12.651. (2012). O Código Florestal. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm). [Acedido em 18 agosto de 2015]
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. (2001). *Pesquisa agropecuária e qualidade de vida: a história da Embrapa*. Brasília
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. (2013). Recomendações para levantamento relativos estatísticos - GPS. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> [Acedido em 02 de setembro de 2015]
- Jacovine, L. A. G., et al., (2008). Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do Rio Pomba-MG. *Rev. Árvore* 269-278.
- Mota, Suetônio. (1995). *Preservação e conservação de recursos hídricos*. Rio de Janeiro: ABES
- Sano, Edson E. (2010). *Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal – bioma cerrado: ano base 2002*. Brasília: MMA/SBF
- Silva, J. A. A., et al., (2011). O Código Florestal e a ciência: Contribuições para o diálogo. *Academia Brasileira de Ciências*, 124-132.

## **SUBSÍDIO A CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO COMPLEXO NATURAL DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO PERICUMÃ – BHRP, AMBIENTE DE AMAZÔNIA MARANHENSE**

J. C. Viegas<sup>(a)</sup>, T. C. S. Rodrigues<sup>(b)</sup>, P. R. M. Pereira<sup>(c)</sup>, M. M. Passos<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Ciências Humanas, UFMA - Grajaú  
josueviegasgeo@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, UNESP/FCT-PP  
taissageo@hotmail.com

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia – FCT - UNESP/PP  
p.roberto18@hotmail.com

<sup>(d)</sup> Pós-Graduação em Geografia, UNESP/FCT – PP  
mmpassos86@gmail.com

### **Resumo**

Colaborar com o conhecimento sobre a BHRP é uma arte de entender, primeiramente, os fatores geoambientais da Baixada Maranhense, quanto do Litoral Ocidental Maranhense, os quais seguem duas vertentes, sendo uma vista como registro contato, e a outra escrita, embora com vasta documentação de campo e monográfico, especialmente fragmentado. Dessa forma o objetivo principal é subsidiar informações a novas pesquisas acadêmicas, órgãos públicos e privados, sobre as principais características geoambientais da área, pois ocorre uma grande escassez de informações detalhadas da BHRP. A área de estudo abrange parte dos municípios da Mesorregião Norte do Maranhão, sendo cinco (05) da Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense e dez (10) da Baixada Maranhense, os quais não são drenados na totalidade pela BHRP. Os resultados apontam uma caracterização geoambiental detalhada, a qual foi validada em campo. Além que apontam significativas contribuições para futuros processos de planejamento e gestão dos recursos naturais.

**Palavras-Chave:** Fatores Geoambientais. Bacia hidrográfica do rio Pericumã.

### **1. Introdução**

A caracterização dos fatores naturais, torna-se necessária para a análise e entendimento dos processos que resultam em modificações do ambiente, tanto na escala temporal, quanto na espacial. Dessa forma, vários são os fatores naturais que atuam na transformação do ambiente, situando-se os fatores hidrológicos dentre os principais modeladores do espaço geográfico, produzindo e transportando matéria e energia, através da interação com os fatores geológico, climático e biótico, bem como os agentes antropogênicos.

Para tanto, os fatores ambientais da bacia hidrográfica do Pericumã são caracterizados por atributos particulares da região em que se inserem, constituindo-se em um sistema físico, dinâmico e complexo, formado por elementos que se inter-relacionam. É nesse contexto que a caracterização geoambiental da área de estudo faz-se necessária para a compreensão dos principais fatores do ambiente local, bem como nasci da necessidade de disponibilizar

informações pormenorizadas sobre uma bacia hidrográfica de grande importância do norte maranhense.

De acordo com Feitosa (1989), os fatores ambientais podem ser definidos como elementos que agregam conjuntos de agentes e processos modeladores da paisagem, em que os elementos são as partes do todo. Assim, têm-se os agentes modeladores da paisagem como os elementos vinculados aos fatores ambientais e os fatores vinculados aos elementos estruturais da Terra.

Dessa forma, o objetivo geral do artigo foi de subsidiar informações a novas pesquisas acadêmicas, órgãos públicos e privados, sobre as principais características geoambientais da área, pois ocorre uma grande escassez de informações detalhadas da BHRP.

As motivações pela contribuição do artigo, são decorrem da importância de se dar conhecimento às atividades e os resultados alcançados com a Dissertação de Mestrado, produzida na Pós-Graduação em Geografia da UNESP de Presidente Prudente, a qual teve o apoio da FAPESP. Tendo em cenários, as dinâmicas do geossistema, território e paisagens, bem como as complexidades das inter-relações homem-natureza de uma bacia hidrográfica no norte do Estado do Maranhão, Brasil.

## 2. Localização da área

A área de estudo abrange parte dos municípios da Mesorregião Norte do Maranhão, sendo cinco (05) da Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense e dez (10) da Baixada Maranhense, os quais não são drenados na totalidade pela BHRP (Figura 1). A Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense e a Microrregião da Baixada Maranhense, se inserem são inseridas na Mesorregião norte do Maranhão e situadas na Amazônia Legal (art. 2º Lei 5.173/66), a Lei foi instituída como forma de planejar e promover o desenvolvimento social e econômico da região amazônica.

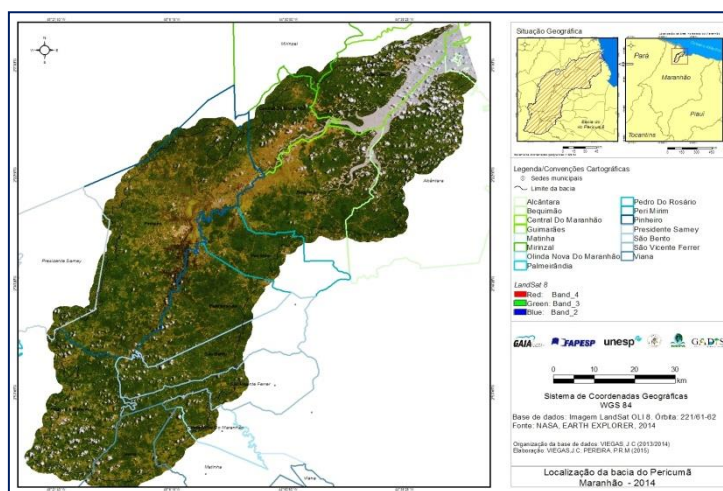


Figura 1: Mapa com limite da bacia hidrográfica do rio Pericumã e área dos municípios drenados  
Fonte: Base de dados EARTH EXPLORER (2014); elaboração por Viegas e Pereira (2015)

A Microrregião do Litoral Ocidental Maranhense apresenta unidades geomorfológicas notáveis, como as Reentrâncias Maranhenses, onde rias afogadas converteram-se em planícies aluviais ostentadas por “baixos” lodosos e ilhas formadas pela deposição de sedimentos carregados pela ação das marés. O litoral ocidental é, portanto, bastante recortado (MARTINS e OLIVEIRA, 2011).

### **3. Procedimentos Metodologia**

#### **3.1. Materiais utilizados**

Notebook Pavilion dm4 com processador Intel Core™ i3 com memória RAM de 4 GB, e HD de 640 GB em sistema operacional de 64 bits - Windows 7. Computador de gabinete Lenovo com processador Core™ i5 com memória RAM 6 GB, e HD de 500 GB em sistema operacional de 64 bits - Windows 7 além de HD externo de 1 TB e cartões de memória de 16 e 32 GB;

Imagens dos satélites Landsat 1, 5 e 8 sensores Multispectral Scanner - MSS, Thematic Mapper - TM e Operational Land Imager - OLI, adquiridas nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e United States Geological Survey - USGS, das órbitas ponto 221-61, 221-62 dos anos 1975 (16/06), 1984 (27/06), 1994 (12/06), 2006 (24/06), 2013 (23/06) e 2014 (24/05), além de cenas de imagens ortorretificadas do Earth Science Data Interface - GLCF, satélite Landsat 5 - sensor TM do ano de 2006, obtidas no site <http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/>, utilizadas como referência espacial para o registro (georreferenciamento) de outras imagens utilizadas na pesquisa;

Cartas temáticas em formato PDF e arquivos vetoriais sobre Geologia das FOLHAS SA.23 - V SÃO LUÍS – NO; FOLHA SA.23 - Y SÃO LUÍS – SO; FOLHA SA.23-V-D TURIAÇU e FOLHA SA.23-Y-B PINHEIRO;

Utilização de imagens Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM para extração de dados geomorfométricos da área de estudo com articulação compatível na escala 1: 250.000 (IBGE) mosaico com 4 (quatro) cenas TOPODATA (02S45\_ZN, 02S465ZN, 03S45\_ZN e 03S465ZN), refinadas de 90m para 30m, disponível em <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata>;

Mapas temáticos, disponibilizados por órgãos públicos. Os arquivos consistiram em vetores da litologia, solos, limites territoriais dos municípios abrangidos pela pesquisa, vegetação, hidrografia, unidades de conservação;

Procedimentos de gabinete versaram sobre leituras bibliográficas, sobre as teorias utilizadas pela geografia, interpretação cartográfica, confecção de mapas e caracterização geográfica da área pesquisada.

Leituras do referencial teórico-metodológico, numa primeira fase, procedeu-se à escolha bibliográfica, revisão e leitura de diversos documentos (livros, teses, dissertações, monografias,



artigos e materiais disponíveis em web site), os quais se ocupam sobre a Teoria Geral dos Sistemas - TGS, Geossistema e Paisagem.

Nas atividades de campo, utilizou-se a metodologia de transectos, seguindo a direção sul norte e leste oeste, isto é, da alta, média à baixa bacia; e transectos intermediários no sentido leste – oeste.

Resulta que os transectos foram de grande relevância e acompanharam as estradas disponíveis e trechos do principal rio da área estudada, totalizando 5.282 km percorridos. Nesse contexto, ressaltamos que a metodologia de transectos torna-se pertinente para os diagnósticos do ambiente geográfico de bacias hidrográficas com influências microrregionais e relativamente extensas.

Os trabalhos abarcaram setores pré - definidos das sedes municipais e comunidades rurais dos territórios administrativos de Viana, Pedro do Rosário, Presidente Sarney, Pinheiro, São Bento, Olinda Nova do Maranhão, Matinha, Peri-mirim, São Vicente Ferrer, Guimarães, Mirinzal, Central do Maranhão, Pinheiro, Bequimão e Alcântara. Os levantamentos de campo também serviram para aquisição de material sobre a origem e formação dos territórios municipais, registro Geo-foto-gráficos, percepção da paisagem e validações das classificações de cobertura e uso da terra, realizados em 35 pontos controles.

#### **4. Resultados e Discussões**

##### **4.1. Aspectos geoambientais do complexo natural da Bacia Hidrográfica do rio Pericumã**

###### **4.1.1. Geologia e Geomorfologia**

O caráter intracratônico do “Meio Norte” (Maranhão/Piauí), ou região meio-norte do Brasil, abarca partes de duas das “Províncias Estruturais Brasileiras”, (ALMEIDA *et al.*, 1977). Essas províncias favoreceram a formação de estrutura geológica sedimentar, constituída de vasto ambiente, cuja gênese está ligada às transgressões e regressões marinhas, combinadas com movimentos subsidentes e arqueamentos ocorridos do começo do Paleozóico (bacia do Parnaíba) ao final do Mesozoico, bacias de Barreirinhas e de São Luís (FEITOSA, 1996, 2006; PASTANA, 2001, p.17; BANDEIRA, 2013).

Geologicamente inserida na porção do “Meio Norte” (Porção oeste nordestina: é uma grande área de transição entre as regiões Nordeste e Norte do Brasil), a bacia hidrográfica do rio Pericumã compreende as cartas geológicas e cartográficas das FOLHAS SA.23 - V SÃO LUÍS – NO; FOLHA SA.23-Y SÃO LUÍS – SO; FOLHA SA.23 – V - D TURIAÇU [e] FOLHA SA.23-Y-B PINHEIRO, na escala 1:250.000 (PASTANA, 2001, p. 6).

Da articulação das folhas e das cartas geológicas analisadas nesta pesquisa, observamos que o ambiente da bacia hidrográfica do Pericumã é constituído por rochas que variam no tempo geológico.

Já as características litológicas da bacia hidrográfica do Pericumã são constituídas pelo domínio de rochas sedimentares decorrentes da erosão dos crátons (Feitosa, 2006) e às unidades/formações geológicas encontradas, são descritas na Figura 2.

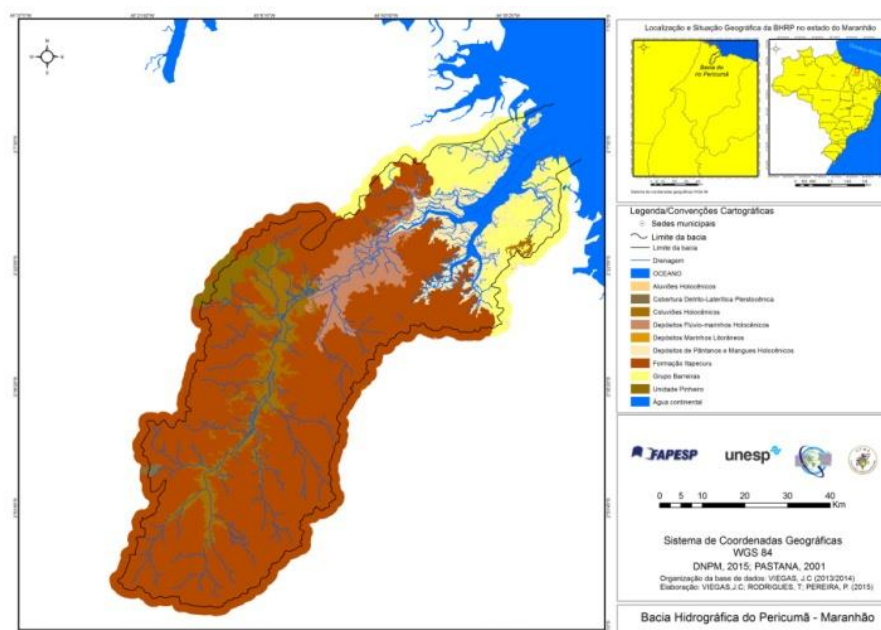


Figura 2: Formações geológicas da bacia hidrográfica do rio Pericumã  
Fonte: DNPM, 2015; PASTANA, 2001; elaboração por Viegas; Rodrigues; Pereira (2015)

**Formação Itapecuru:** De acordo com Veiga Júnior (2000, p. 13), o termo “Itapecuru” foi inicialmente utilizado por Lisboa 1914 que denominou de Camadas Itapecuru os sedimentos aflorantes nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas, ao norte da cidade de Pastos Bons, posicionando-os, com dúvidas, no Permiano. Atualmente é de entendimento que a formação Itapecuru pertence ao Cretáceo Superior (Pastana, 2001, p.80), que ocupa o total de 3.724km<sup>2</sup> da área da BHRP (VIEGAS *et al.*, 2014).

Autores como Lima e Leite (1978) seguiram a posição de Campbell (1949), referindo como Formação Itapecuru ao conjunto de arenitos de cores variadas, com estratificação cruzada e plano-paralela, textura fina a grossa e intercalações de siltito e lamito (Lima e Leite, 1978), avermelhado, cinza e róseo, com intercalações de argila, em regra com estratificação horizontal (MARANHÃO, 2002).

**Grupo Barreiras:** Na área de pesquisa, em ambiente próximos ao oceano Atlântico, encontram-se afloramentos de rochas do grupo Barreiras (Viegas *et al.*, 2014), de idade Terciária (Pastana,

2001; Bandeira 2013). São formados por conglomerados, cascalhos, areias, siltes e argilas de cores variadas, de coloração avermelhada, creme amarelada, com granulação variando de fina à média, matriz argilosa caulinita, com cimento argila-ferruginosa, às vezes silicoso. Os sedimentos do grupo Barreiras são mal selecionados, pouco compactados e de fácil erodibilidade. Tal formação geológica é encontrada nas zonas próximas ao litoral, evidente nas falésias (Fotografia 2).

**Unidade Pinheiro:** Historicamente, para Pastana (2000, p. 83), as primeiras referências à presença de uma unidade pleistocênica na bacia de São Luís e na rede de drenagem afogada do rio Turiaçu foram realizadas por COSTA *et al.*, em 1975, englobando areias mal classificadas, misturadas com argila, além de um arenito ferruginoso, denominado grês do Pará. Em 1984, durante o desenvolvimento do Programa Turfa, pela CPRM, ROBERTO *et al.*, estudaram algumas turfeiras localizadas no município de Pinheiro (MA), quando foram definidos os parâmetros que permitiram caracterizá-las como de uso mais apropriado para a agricultura.

A Unidade Pinheiro fica em uma pequena faixa que liga as cidades de Pinheiro e Santa Helena (MA-106), de maneira especial, no divisor de águas das bacias hidrográficas do Turiaçu e Pericumã, com manchas desiguais, ocupando uma pequena área entre esse trecho da BHRP.

#### **Cobertura Detrito - Laterítica Pleistocênica:**

Segundo Lima e Leite (1978 apud Veiga Júnior, 2000, p. 13), estas coberturas revestem todas as unidades da Bacia do Parnaíba, posicionando-as no Tércio-Quaternário. Costa (1984 apud Veiga Júnior, 2000, p. 14) apresentou um modelo de formação e evolução dos lateritos, utilizando exemplos encontrados no nordeste do Pará e noroeste do Maranhão. O autor classificou os lateritos que ocorrem no Maranhão como imaturos por apresentarem um perfil geológico simples, constituído de horizontes bem definidos. Esse autor distinguiu, do topo para a base horizonte concrecionário, horizonte mosqueado, horizonte pálido e rocha-mãe (VEIGA JÚNIOR, 2000, p. 14). A cobertura detrito - laterítica ocupa alguns níveis mais baixos da topografia da bacia hidrográfica do Pericumã e desenvolve-se sobre todas as unidades de idades inferiores ao Terciário, originando também lateritos imaturos, argilo-arenosos, representados em afloramentos pelos horizontes mosqueado e/ou pálido (RODRIGUES *et al.*, 1994a; VEIGA JÚNIOR, 2000; Bandeira, 2013).

**Formação sedimentar do Quaternário:** São áreas superficiais, encontradas em ambientes classificados como da Formação Açuí (Rodrigues *et al.*, 1994a), consistindo-se em depósitos sedimentares inconsolidados, de idade quaternária (Pastana, 2001), que ocorrem em locais baixos, levemente planos e planos. Tais como: **Depósitos de Pântanos e Mangues Holocênicos**, que consistem em ambiente com pântano salino (interno e externo) (Fotografia 3); **Depósitos Marinhos Litorâneos**, representados pela ocorrência de acúmulo de areais, que se caracterizam por cordões litorâneos ou paleodunas que ocorrem no contato Oceano e a bacia hidrográfica do Pericumã (Fotografia 4);

**Depósitos Flúvio** - marinhos Holocênicos, caracterizados por intenso depósito sedimentar (Bandeira, 2013), causados pela batalha dos processos de ambiente fluvial e marinho, encontrados em planícies costeiras a jusante da Barragem do Pericumã (Fotografia 5);

**Depósitos Coluvionares e Aluvionares Holocênicos**, respectivamente. Estes depósitos ocorrem em pequena faixa próximo à Baía de Cumã e ao longo de todo o vale dos principais rios que drenam a região, principalmente no rio Pericumã, Itapetininga, Campinima e Bambural. Para Veiga Júnior (2000, p. 21), os depósitos aluvionares são constituídos por areias médias, mal selecionadas, quartzosas, submaturas a maduras, apresentando intercalações de pelitos, formando os depósitos de canal, de barras de canal e da planície de inundação dos cursos médios dos rios.

Geomorfologicamente, a área de estudo se insere em uma zona do Estado do Maranhão, cujo relevo ora se apresenta plano, ora com formas tabulares suavizadas em pequenas ondulações, como é demonstrado nas unidades geomorfológicas da Figura 3.

Em pontos isolados, a variação de altitude chega a 160m e os principais sítios urbanos se localizam sobre uma superfície residual de forma tabular e subtabular de até 35m, exceto a cidade de Pedro do Rosário com altitude de 80m, com colinas de baixa declividade. Ao longo dos vales dos rios, desenvolvem-se os campos naturais, inundáveis durante a estação chuvosa, formando pequenas ilhas fluviais que configuram os tesos (FEITOSA E TROVÃO, 2008). Já no trecho do Litoral Ocidental, mostram-se ambientes de pântanos salinos, falésias e praias (Fotografia 6), com zonas de grande energia onde são intensos os processos erosivos pelo mar.



Fotografia 1: Falésias na formação barreiras (baixa bacia);  
Fotografia 2: Ambiente com pântano salino (trecho médio da bacia);  
Fotografia 3: Cordões litorâneos e paleodunas (trecho médio);  
Fotografia 4: Depósito sedimentar a jusante da Barragem do Pericumã (baixa bacia);  
Fotografia 5: Falésia e praia decorrentes dos processos erosivos e acumulação de sedimentos pela ação do mar (baixa bacia)

Fonte: Viegas (janeiro de 2014)

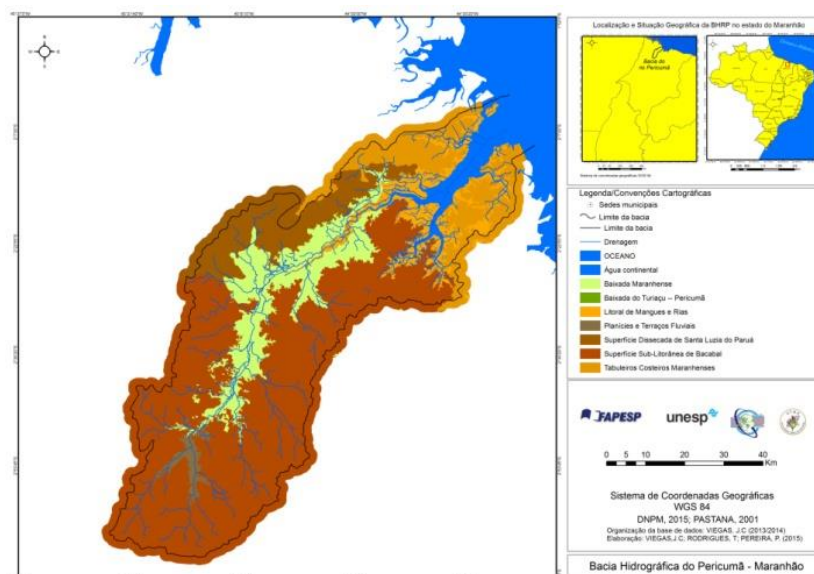


Figura 3: Unidades geomorfológicas encontradas na BHRP  
 Fonte: DNPM, 2015; PASTANA, 2001; elaboração por Viegas e Pereira (2015)

#### 4.1.2. Clima e Vegetação

Geograficamente, a mesorregião do norte do Maranhão se encontra próximo à linha do Equador, com isso recebe altos índices de radiação solar que se reflete nas altas médias térmicas, por volta de 27°C (FEITOSA e TROVÃO, 2008). Nesse mesmo contexto, o norte maranhense apresenta as maiores temperaturas do estado, devido à própria proximidade do paralelo principal e ao relevo de planícies (FEITOSA e TROVÃO, 2008).

As características principais do clima da área estudada é a alta pluviosidade com ocorrência de dois períodos distintos: um chuvoso e outro de estiagem, originando paisagens diferenciadas do local, em função da sazonalidade. A área de estudo apresenta clima quente e úmido, com duas estações bem definidas: uma de estiagem, entre os meses de agosto e dezembro, e outra chuvosa, de janeiro a julho, com índices pluviométricos em torno de 2000 a 2400 mm/ano, temperatura anual entre 26°C a 32°C e umidade relativa do ar variando entre 79 e 82% (FEITOSA e TROVÃO, 2008; VIEGAS, 2012). Também se analisou a organização das escalas espacial e temporal de acordo com Mendonça e Oliveira (2007) e Sant'Anna Neto (2013), para o entendimento dos condicionantes (clima e tempo) do ambiente.

Com base no conhecimento da área, os principais sistemas atmosféricos que agem sobre a área de estudo são a Zona de Convergência Intertropical; os vórtices ciclônicos da troposfera superior, brisas marinhas e terrestres, brisas terrestres e marinhas.

Zona de Convergência Intertropical – ZCIT: A Zona de Convergência Intertropical - ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuantes próximo à linha do Equador, sendo parte integrante da circulação geral da atmosfera.

A ZCIT tem um deslocamento entre os Hemisférios sul e norte, com posição média em torno de 3° a 5°Sul e Norte da linha do Equador. Para os meses de janeiro (verão – HS) e julho (inverno – HS). A interação terra – mar é de grande importância para se entender o posicionamento da ZCIT ao norte e ao sul do Equador (UVO, 1989).

Segundo Uvo e Nobre (1989), a ITCZ (Intertropical Convergence Zone) é o principal sistema gerador de precipitação na região norte do Nordeste (NNE), tal fato é observado quando se considera que o pico de precipitação sobre o NNE (março e abril) ocorre exatamente na época em que a ZCIT atinge suas posições mais ao sul.

Em consonância com o exposto acima, o principal período de chuvas na bacia hidrográfica do Pericumã ocorre no início de fevereiro e termina em maio, pois é a ZCIT é o principal sistema meteorológico que provoca chuvas durante esse período. Consecutivamente, em todo o norte do Maranhão, principalmente ocorrência de grandes volumes de precipitação nos meses de fevereiro a maio, e em episódios extremos nos meses de junho e julho, de acordo com os dados da normal climatológica para o Estado do Maranhão.

Vórtices ciclônicos da troposfera superior

Outros sistemas atmosféricos que agem sobre a região em estudo, são identificáveis nas imagens de satélites analisadas como os vórtices ciclônicos da troposfera superior (Aragão, 1976; Virji, 1981; Kousky e Gan, 1981; Ramírez, 1996) e os sistemas de brisas marítimas – terrestres (Kousky, 1980; Uvo e Nobre, 1989).

Todos esses sistemas são importantes na ocorrência de precipitação sobre o norte do Maranhão e manifestam-se em diferentes anos de episódio extremos de precipitação, com mudanças na época de atuação, permanência, composição e amplitude (ARAGÃO, 1976; VIRJI, 1981; UVO e NOBRE, 1989).

Os Vórtices Ciclônicos - VCAS é um centro fechado de baixa pressão que ocorre em níveis elevados da troposfera. Os VCAS são responsáveis pelas chuvas excessivas no oeste e no norte do Maranhão. Esse sistema se forma no Oceano Atlântico Sul e na costa leste brasileira e se desloca para oeste.

Brisas marinhas e terrestre: brisas marinhas e terrestres são o aquecimento diferenciado entre continente e oceano com gradientes de temperatura de mais ou menos de 1°C por 20 km, promovendo fluxos de energia diferentes para a atmosfera, causando gradientes de pressão em determinados níveis acima da superfície, os quais impulsionam o movimento (ATKINSON, 1981).

Para o autor, este movimento gera divergência e convergência em diferentes pontos, o que faz com que se estabeleça uma célula de circulação. O aquecimento sobre o continente é maior do que sobre o oceano, implicando em gradientes de cerca de 1°C por 20 km, quando o ar sobre o continente se aquece mais e se expande mais rapidamente do que o ar sobre a água.

Pelo fator de localização privilegiada no Estado do Maranhão, a bacia hidrográfica em estudo é um sistema aberto para o mar, ou seja, a brisa marinha pode avançar quilômetros adentro do continente. Em períodos de intenso calor (estiagem), a brisa marinha amenizada e a temperatura do ar e do vento local ficam mais agradáveis. A brisa terrestre, em determinadas épocas do ano, é ocasionada pela grande quantidade de energia liberada pelo aquecimento de lagos e pelo aquecimento da brisa marinha ao longo do deslocamento sobre o continente.

Decorrente do clima semiárido da Região Nordeste e dos climas úmidos e subúmidos da Região Norte do país (FEITOSA e TROVÃO, 2008), a formação vegetal que envolve a área em estudo é parte da Floresta Ombrófila densa, conhecida na área como Matas, evidenciando testemunhos da floresta amazônica já em regime de transição. Destacam-se, ainda, formações com influência marinha e flúviomarinha, como: os Manguezais que margeiam o vale do rio Pericumã com as espécies de mangue: mangue branco (*Laguncularia racemosa*) (Alves, 2001); o mangue de botão (*Conocarpus erecta*) (Alves, 2001); o mangue siriba ou preto (*Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana*) (Alves, 2001) e o mangue vermelho (*Rhizophora harrisonii* e *Rhizophora racemosa*) (Alves, 2001), restinga e marisma do baixo curso entre a barragem e a foz, na baía de Cumã; vegetação de campos inundáveis e secos, que se incidem por toda a planície de inundação, dos lagos e dos canais fluviais. Nesse ambiente destacam-se espécies vegetais, como: Junco (*Cyperus artuculatus* L.), Aguapé (*Eichhormia crassipes* Mart.), Algodão Bravo (*Ipomoea carnea* spp.), Aninga (*Montrichardia liifera* Arr.), Mururu (*Panicum maximum* L.), e Mata-Pasto (*Cassia alata* L.) (PEREIRA, 2012); e mosaicos de florestas abertas e vegetação degradada com babaçuais, capoeira rala e vegetação de pastos em toda extensão a oeste onde se encontram as áreas relativamente mais altas até os limites da floresta amazônica contínua (FEITOSA E TROVÃO, VIEGAS, *et al.*, 2014).

#### 4.1.3. Hidrografia e Solos

A localização geográfica do Maranhão, próximo à Amazônia e aberto para o Oceano Atlântico, favorece ao Maranhão condições hidrológicas diferentes das que ocorrem nos demais estados nordestinos. A área onde se focaliza este trabalho é uma das bacias hidrográficas secundárias do Estado do Maranhão, que desempenha papel de grande importância na economia local e regional. O principal rio é o Pericumã, que desagua na baía de Cumã (PINHEIRO, 2000).

A bacia hidrográfica do rio Pericumã, possui canais de até 12ª ordem, verificou-se que o alto curso da BHRP possui menor largura em relação ao médio curso da bacia, enquanto que a seção do baixo curso possui as características opostas, isto é, menor largura em relação ao alto curso e ao médio segmento.

Do limite da foz ao ponto extremo na alta bacia, o traçado em linha reta é da extensão de 152,71 km, com uma área total de 5.085,73 (Km²), equivalente a 508.573,30 hectares e forma



aproximadamente retangular. Ao norte limita-se com a bacia hidrográfica do rio Uru, a noroeste com a do rio das Almas e a nordeste limita-se com o oceano Atlântico; ao sul, leste e sudeste com a bacia hidrográfica do Pindaré; a oeste e sudoeste limita-se com a bacia hidrográfica do Turiaçu, Figura 4.

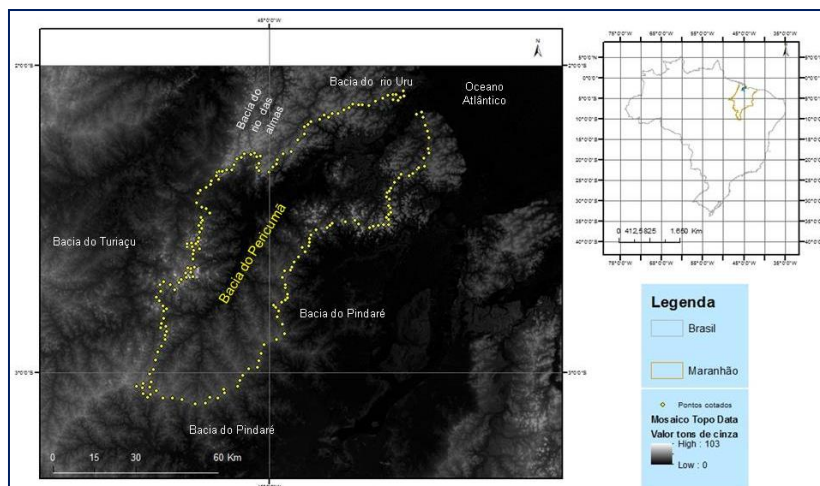


Figura 4: Pontos cotados em imagem Topodata e os limites da bacia hidrográfica do rio Pericumã com outras bacias, bem como seu limite com o oceano Atlântico  
Fonte: TOPODATA-INPE (2013); Viegas *et. al* (2014a)

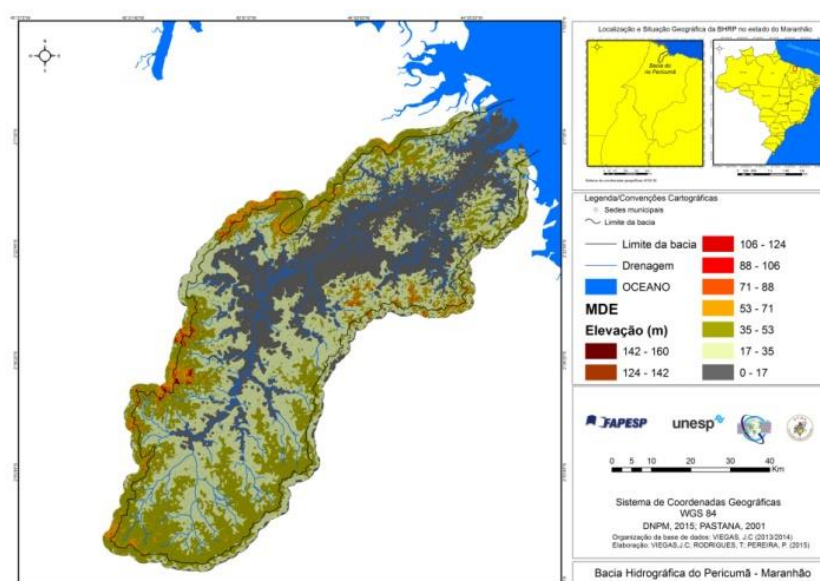


Figura 5: Mapa com o limite topográfico do divisor de água e demonstrativo da altimetria da BHRP

Fonte: TOPODATA, 2014; elaboração por Viegas e Pereira  
Carta 1: Informações sobre a declividade em combinação com a drenagem da BHRP

Feitosa e Trovão (2008) salientam que, no Estado do Maranhão, as características litológicas sedimentares predominantes produzem grande variedade de tipos de solo, sendo possível identificar 19 tipos, dos quais se destacam 07 grupo, mais representativos, que ocupam 90,2% da superfície estadual. Para tanto, os solos encontrados na área de estudo são mais bem descritos na Figura 7 de solo 3.



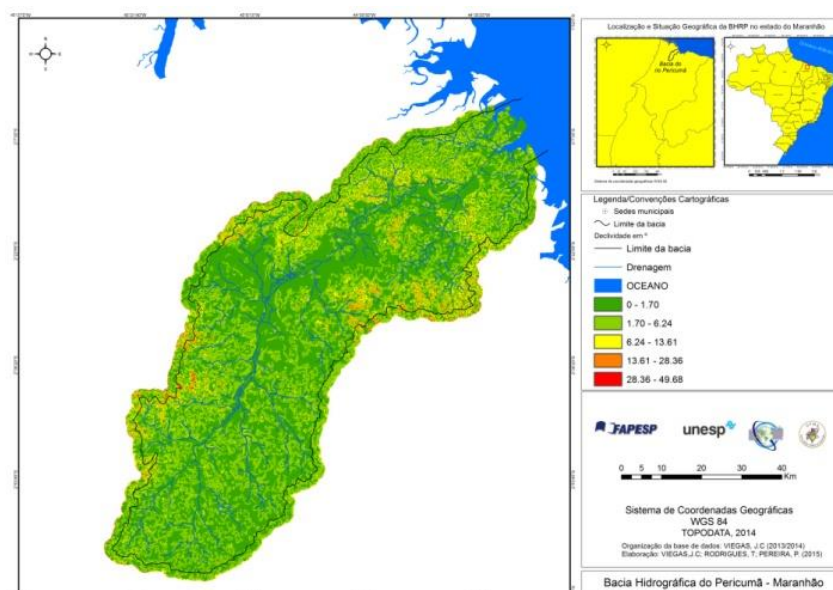


Figura 6: Informações sobre a declividade em combinação com a drenagem da BHRP  
Fonte: TOPODATA, 2014; elaboração por Viegas e Pereira

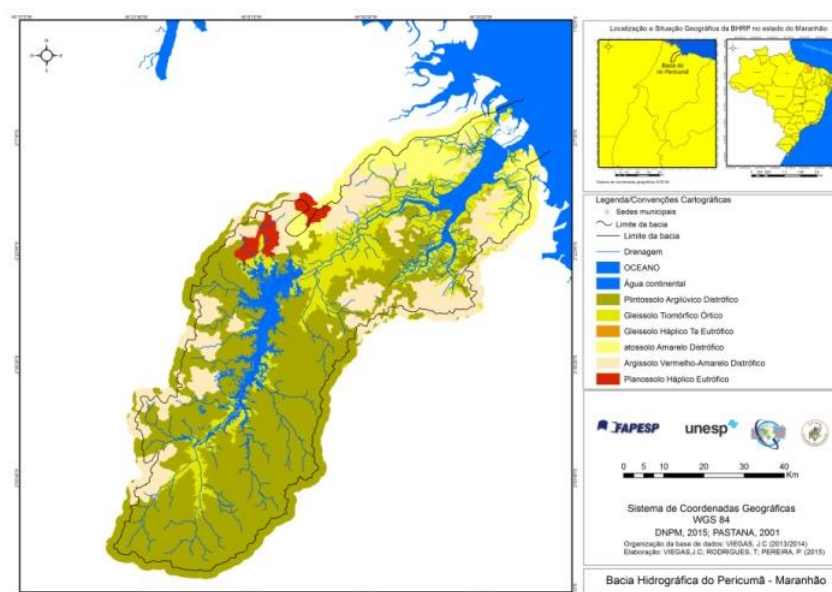


Figura 7: Distribuição das classes de solo na área de estudo da BHRP  
Fonte: DNPM, 2015; PASTANA, 2001; elaboração por Viegas e Pereira 2015

## 5. Considerações Finais

Os resultados obtidos permitiram os seguintes encadeamentos: uso pertinente dos procedimentos da pesquisa contribuíram para compreensão e caracterização dos aspectos físicos do ambiente, análise das inter-relações dos elementos naturais (geossistemas). Tornou-se possível observar e analisar as modificações decorrentes de agentes e processos naturais e humanos na evolução das formas de ocupação do espaço geográfico da BHRP. Foi possível compreender as estruturas morfológicas do ambiente e sua funcionalidade.

Ressalta-se que a localidade de estudo é formada por ambientes aquáticos e terrestres, com disponibilidade de recursos essenciais para a sobrevivência da população local. Os principais agentes e processos da paisagem da área de estudo constituem fatores interrelacionados, sujeitos a modificações contínuas, tanto de origem humana quanto naturais.

O ambiente estudado apresenta-se com características físicas marcantes e intensas dinâmicas hidrológicas sazonais. Devido a sua localização, a área apresenta clima quente e úmido, com elevado índice pluviométrico durante o período de janeiro a julho, com os maiores índices de chuva no mês de maio.

a área estudada apresenta campos naturais, planície de inundação formada por lagos e canais fluviais, ambientes fluviomarinhos e ambientes costeiros.

## 6. Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de Bolsa de Mestrado e pela Bolsa de Estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE).

## 7. Bibliografia

- ALMEIDA, F. F. M. de et al. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8, Campina Grande – PB, 1977. *Atas do...* Campina Grande – PB: SBG, 1977. p. 363-391.
- ALVES, J. R. P (Org.). Manguezais: educar para proteger. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, p 96. 2001.
- ARAGÃO, J. O. R. “Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas no Nordeste do Brasil”. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP, Brasil, p 55. 1976.
- BANDEIRA, I. C. N. Geodiversidade do Estado do Maranhão. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade - CPRM. 294 p.; 30 cm + 1 DVD-ROM. Teresina, 2013.
- FEITOSA, A. C. Evolução morfogenética do litoral norte da ilha do Maranhão. Rio Claro: IOGCE/UNESP, 1989. Dissertação de Mestrado.
- FEITOSA, A. C. TROVÃO, J. R. Atlas escolar do Maranhão: Espaço Geo - Histórico e Cultural, João Pessoa: Grafset, 2008.
- \_\_\_\_\_. Dinâmica dos processos geomorfológicos na área costeira a nordeste da ilha do Maranhão. Rio Claro UNESP (Tese de Doutorado) 1996.
- \_\_\_\_\_. Relevo do Estado do Maranhão: Uma Nova Proposta de Classificação Topomorfológica. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia Tropical e Subtropical: Processos, métodos e técnicas. Goiânia, 2006.
- KOUSKY, V. E. “Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil”. *Mon. Wea. Rew* 108, 488 - 498. 1980.
- KOUSKY, V. E., e GAN, A., 1981, “Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic” . *Tellus*, 33, 538-551.
- LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F. Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética. Relatório final, etapa III. Belém: DNPM/CPRM, 1978. 190p. v. 1.
- MARANHÃO. GEPLAN-LABOGEO-UEMA. Atlas do Maranhão. São Luis: Labogeo, 2002.
- MARTINS, M. B. OLIVEIRA, T. Gomes de. Org. Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação – Belém: MPEG, 2011.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

PASTANA, J. M. Do N., (Org). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB: Turiaçu, Folha SA.23-V-D [e] Pinheiro, Folha SA.23-Y-B. Estados do Pará e Maranhão. Escala 1:250.000 – Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

PASTANA, J. M. Do N., (Org). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB: Turiaçu, Folha SA.23-V-D [e] Pinheiro, Folha SA.23-Y-B. Estados do Pará e Maranhão. Escala 1:250.000 – Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

PEREIRA, R. C. de C. As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem na alta bacia do rio Pericumã. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Presidente Prudente, 2012.

RODRIGUES, T. C. S.. Classificação da cobertura e do uso da terra com imagens Worldview-2 de setores norte da Ilha do Maranhão por meio do aplicativo Interimage e de Mineração de Dados. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2014. Disponível em <<http://urlib.net/8JMKD3MGP5W34M/3G3DA4C>>. Acesso: 22 de dezembro de 2014.

RODRIGUES, T. L. das N.; FAVILLA, C. A. C.; CAMOZZATO, E.; VERÍSSIMO, L. S. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Bacabal. Folha SB.23-X-A. Estado do Maranhão. Escala 1: 250.000. Brasília: CPRM, 1994b. 124 p. il.

RODRIGUES, T. L. das N.; ARAÚJO, C. C. de; CAMOZZATO, E.; RANGRAB, G. E. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís, Folha SA.23-Z-A. Cururupu. Folha SA.23-X.C. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1994a. 185p. il.

SANT’ANNA NETO, J. L. Escalas geográficas do clima mudança, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, M. C. de C. T.; SANT’ANNA NETO, J. L. MONTEIRO, A. Climatologia urbana e regional questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: 1ª ed. Editora, Outras Expressões, 2013.

UVO, C. B. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da região Norte do Nordeste Brasileiro. 1989. 99 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São Paulo, 1989.

UVO, C. R. B.; NOBRE, C. A. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e a precipitação no Norte do Nordeste do Brasil. Parte I: a posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. Climanálise: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, v. 4, n. 7, p. 34-40, 1989.

VEIGA JÚNIOR, J. P. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís NE/SE, Folhas SA.23-X e SA.23-Z. Estados do Maranhão e Piauí. Escala 1: 500.000. / Organizado por José Pessoa Veiga Júnior. – Brasília: CPRM, 2000.

VIEGAS, J. C. Dinâmica da Paisagem do médio curso do Rio Pericumã, área de influência da Cidade de Pinheiro - Maranhão. Monografia apresentada ao curso de Graduação – Universidade Federal do Maranhão - São Luís, 2012.

VIEGAS, J. C.; PASSOS, M. M.; RODRIGUES, T. C. S.; PEREIRA, P. R. M. GERAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA DE DADOS MORFOMÉTRICOS: proposta para os novos limites do divisor de água e altimetria da Bacia Hidrográfica do Pericumã – Maranhão, BRASIL. In: Anais da I Jornadas Lusófonas de Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica. Coimbra, Portugal, 2014.

VIRJI, H. “A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds”. Mon. Wea. Rev., 109, 599-610. 1981.

## **A EXPANSÃO DO AGRONEGÓCIO DO MILHO E SUAS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS NA SUB-BACIA DO RIO SALGADO**

H. M. Araújo<sup>(a)</sup>, A. M. Oliveira<sup>(b)</sup>, A. C. Souza<sup>(c)</sup>, R. Cruz<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/ Universidade Federal de Sergipe-Brasil, heliomarioaraujo@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Universidade Federal de Sergipe-Brasil  
acmilitao.geografia@hotmail.com

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia/ Universidade Federal de Sergipe  
acassiacsouza@hotmail.com

<sup>(d)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGEO/Universidade Federal de Sergipe-Brasil  
dacruz.rafael@yahoo.com.br

### **Resumo**

Esta investigação científica delimita como área de estudo a Sub-bacia do rio Salgado, localizada na porção centro-oeste do estado de Sergipe e tem como objetivo geral analisar os impactos ambientais ocasionados pelo avanço do agronegócio do milho em seu território no período 2003/2013. A pesquisa fundamenta-se na concepção sistêmica de análise da paisagem e na apropriação do espaço como categoria específica da geografia. Para a concretização dos objetivos propostos utilizaram-se diversos procedimentos metodológicos associados a diferentes etapas, destacando-se o levantamento bibliográfico e de documentos, a produção cartográfica, a realização de entrevistas e o trabalho de campo. Entre outros resultados, verificou-se que os indicadores de modernização agrícola considerados na pesquisa mostram a tendência de expansão das áreas de cultivos na sub-bacia. Além disso, a presença da biotecnologia e das modernas máquinas agrícolas reflete a imagem do setor agropecuário como altamente inovador no âmbito econômico, mas permanecendo resistente no aspecto socioambiental.

**Palavras chave:** Agronegócio do milho; Sub-bacia do rio Salgado e Impactos ambientais.

### **1. Introdução**

A sociedade contemporânea convive na lógica própria de naturalização do processo capitalista de produção que caracteriza o domínio da lei de mercado. No campo, a hegemonia do sistema capitalista condiciona os proprietários ao uso moderno do espaço agrícola, onde esse progresso mascara a intensa perversidade aos camponeses que não conseguem incorporar as exigências do sistema. O aumento expressivo da área cultivada, a elevada produtividade e a inserção de diversos equipamentos agrícolas no processo produtivo têm consolidado a modernização agrícola e o fortalecimento do agronegócio no território brasileiro.

Essa modernização, como parte integrante do processo capitalista de desenvolvimento a que está submetido o campo, exprime-se de maneira contraditória, sendo o crescimento da produção e da produtividade assimilados de forma positiva e negativa pelos resultados perversos do ponto de vista de suas implicações socioambientais.

Ao focar a área da pesquisa (Figura 1), verificou-se que o modelo tecnológico de exploração agrícola vem possibilitando a elevação da quantidade de milho produzida em toneladas, mas a

dependência de insumos externos como agrotóxicos e fertilizantes químicos representam um fator de elevada agressividade, ocasionando várias alterações socioambientais nos solos, nos recursos hídricos, ao ser humano e na biodiversidade da fauna e flora.

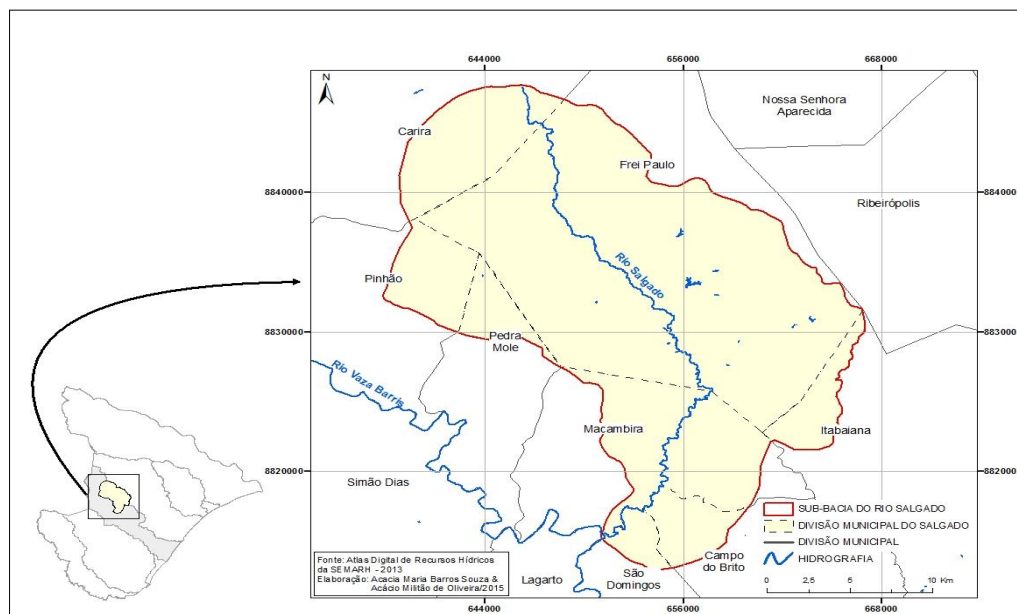


FIGURA 1 - Localização Geográfica da Sub-bacia do Rio Salgado

## 2. Elementos biofísicos naturais no processo de organização espacial

### 2.1. O Clima e Seus Efeitos Locais

Em relação à área da pesquisa, a pluviosidade constitui-se no atributo significativo para a prática dos cultivos do milho e para a modelagem do relevo. O planejamento dos produtores rurais para o plantio das sementes baseia-se de acordo com o início do tempo das pluviosidades mais elevadas. Assim, a ocorrência das chuvas proporciona o início dos cultivos e o desenvolvimento dos tratos culturais das lavouras de milho. Essa maior intensidade da pluviosidade ou da quantidade de águas que se precipitam em forma de chuvas também interfere diretamente no escoamento das águas na superfície e, portanto, na caracterização geomorfológica da paisagem.

A análise da pluviosidade referente aos meses de maio a agosto expressa variações significativas ao longo dos anos e mesmo considerando a irregularidade na distribuição das chuvas, sua ocorrência define o período de cultivos das lavouras de milho na sub-bacia.

Na análise do balanço hídrico do município de Frei Paulo/SE, verifica-se as elevadas e constantes temperaturas, apresentando a média de 24,5°C, no período 1985/1997. Em relação a pluviometria, percebe-se a concentração das chuvas entre os meses de abril a agosto, sendo que

de setembro a março os registros indicam baixos índices pluviométricos. Nos meses com maior quantidade de chuvas observa-se os elevados índices de capacidade de água no solo, representando um indicador positivo para os cultivos agrícolas. Por outro lado, os dados mostram a elevada deficiência hídrica entre os meses de setembro a março, demarcando a presença de tempo seco. Situação contrária ocorre nos meses de junho, julho e agosto quando apresenta excedentes hídricos que num curto período propicia melhor desempenho das atividades agrícolas (Figura 2).

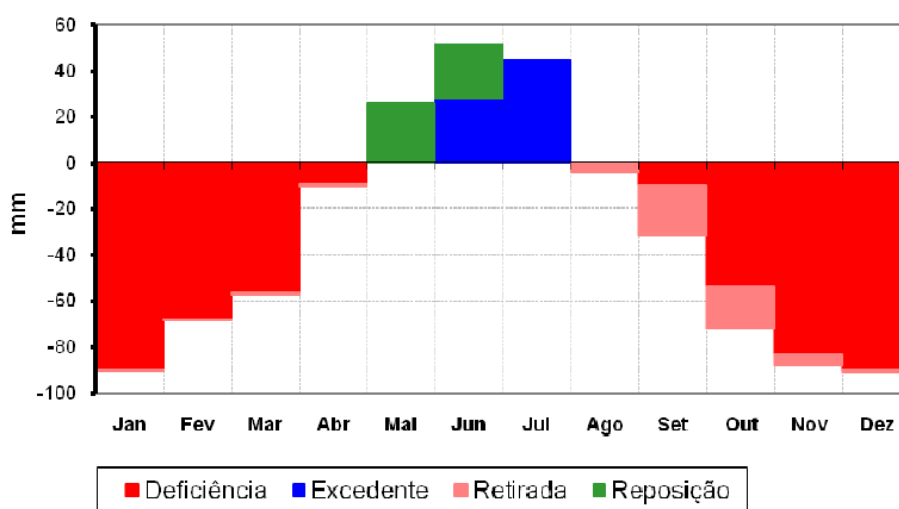


FIGURA 2 - Deficiência, Excedente, Retirada hídrica anual em Frei Paulo/SE (1970-1997).

Fonte: Carvalho, 2010.

## 2.2. Aspectos Geológicos e Hidrogeológicos

O estudo da geologia consiste em analisar cientificamente os aspectos físicos e biológicos da superfície terrestre. Ao tomar como referência a área da pesquisa, o objetivo de estudar a geologia da sub-bacia visou compreender as relações entre o embasamento geológico à análise das problemáticas decorrentes da ocupação antrópica.

No Estado de Sergipe, a Província Borborema está representada pela Faixa de Dobramentos Sergipana, onde se insere a sub-bacia do rio Salgado com os domínios Vaza-Barris e Macururé. Na compartimentação adotada para a Faixa de Dobramentos Sergipana de idade meso a neoproterozóica, são reconhecidos domínios limitados por descontinuidades estruturais profundas e com feições geológicas distintas.

Do ponto de vista hidrogeológico, baseado nos levantamentos do Serviço geológico do Brasil - CPRM (2002), constata-se que na área da sub-bacia do rio Salgado são identificados cinco domínios: o Metasedimentos/Metavulcanitos, o Metacarbonatos, as Formações Superficiais Cenozóicas, o Grupo Estância e o Cristalino. Estes condicionantes caracterizam o baixo

potencial hidrogeológico para as rochas cristalinas, sendo, entretanto, uma importante alternativa de abastecimento em períodos de estiagem prolongada.

### 2.3. Unidades do Relevo e Solos

No relevo da sub-bacia do rio Salgado, predomina a vasta área composta pela superfície pediplanada e a presença de serras residuais. Espacialmente, o pediplano representa uma superfície de erosão decorrente da ação prolongada dos agentes modificadores do relevo em condições de instabilidade climática em diferentes Eras geológicas, resultando na esculturação de uma paisagem rugosa e dissecada. Entre os agentes erosivos responsáveis pela dissecação da paisagem, destacam-se a pluviosidade, a temperatura e os ventos.

A ação do intemperismo envolve de forma integrada todos os processos físicos-químicos associados à erosão e ao transporte de partículas de solos e rochas, modificando continuamente a paisagem local. Assim a unidade geomorfológica pediplano sertanejo apresenta paisagem com relevo suave-ondulado a fortemente ondulado sobre rochas do embasamento cristalino, em parte recobertas por sedimentos inconsolidados, de idade terciário-quadernária (Figura 3).



FIGURA 3 - Superfície Pediplanada no município de Frei Paulo/SE.

Fonte: Pesquisa de campo, 2015.

Nas encostas, as reentrâncias e os desníveis acentuados dificultam o acesso, contudo, percebe-se extensas áreas devastadas e exploradas economicamente com a criação de gado (Figura 4). O desmatamento tem contribuído para a ampliação dos processos erosivos, além de colocar em condição de extinção diversas espécies da fauna e da flora local.





FIGURA 4 - Serra das Campinas no município de Frei Paulo/SE.

Fonte: Pesquisa de campo, 2015.

Além desta serra, apresentam-se também na paisagem do município de Frei Paulo a Serra Redonda (315 m) e a Serra Preta (320 m), sendo esta uma referência, porque a nascente do rio Salgado está localizada nas proximidades dessa elevação, onde nas encostas percebe-se a presença de manchas de vegetação, com as queimadas e a criação de gado colocando em risco a biodiversidade local.

A apropriação dos solos, considerando uma das perspectivas da pesquisa, representa a relação homem versus natureza. A discussão relacionada à degradação dos solos torna-se um parâmetro crucial na manutenção da biodiversidade, como também para a reprodução da sociedade humana. No entendimento de Guerra (2009, p. 150), “apesar da importância que os solos têm para a sobrevivência da espécie humana, dos vegetais e dos animais na superfície da terra, parece que o homem tem dado pouca atenção a esse recurso natural, pelo menos no que diz respeito à sua utilização e conservação”. Portanto apesar de haver o reconhecimento da importância dos solos, contraditoriamente as práticas de exploração econômica tendem a intensificar a degradação desse componente físico. Assim, de acordo com a classificação dos solos da Embrapa, na área da sub-bacia são encontrados os Cambissolos, Planossolos, Luvisolos, Neossolos e os Organossolos.

## 2.4. Sistemas Hidrográficos

Os canais fluviais formadores da sub-bacia em análise apresentam regime hidrográfico do tipo pluvial, alimentados pelas águas das chuvas. Como as chuvas ocorrem de forma sazonal, esta característica climática define o caráter temporário dos rios da sub-bacia. Assim, as chuvas



representam o condicionante climático determinante do fluxo de água no leito dos rios que compõem uma bacia hidrográfica.

Seguindo este entendimento evidencia-se que na bacia de drenagem do rio Salgado as maiores cheias coincidem com as estações secas (primavera/verão), pois a ocorrência das trovoadas ou das precipitações mais intensas provoca uma rápida elevação do nível da água e as consequentes cheias. Nos meses de chuvas mais regulares (outono/inverno), percebe-se que os cursos fluviais apresentam elevação no volume d'água. Neste período, os rios ou riachos jorram suas águas de forma caudalosa mantendo o fluxo do escoamento dentro do leito do rio.

## 2.5. Aspectos da Fauna e Flora

De acordo com a classificação biogeográfica de Franco (1983) para o Estado de Sergipe, as principais espécies vegetais encontradas na sub-bacia estão inseridas nas Associações Caducifólias-Mistas com a Caatinga. Considerando essa classificação, a formação vegetal identificada na área da sub-bacia tem sua origem resultante do encontro da Mata Atlântica com a Caatinga.

Atualmente as espécies predominantes sofrem intensamente com a pressão da agropecuária, sendo encontradas de forma isoladas na paisagem ou em manchas nas áreas de serras. Neste caso, percebe-se o avançado estágio de devastação em decorrência da substituição da cobertura vegetal primitiva por cultivos e pastagens, restando apenas algumas manchas de florestas e de espécies da caatinga.

Estão presentes na área da sub-bacia espécies de pássaros como Andorinha (*Progne chalybea*), Anu-branco (*Guira guira*), Azulão (*Cyanoloxia brissonii*), Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), Bigodinho (*Sporophila lineola*), Cambacica ou Cebinho (*Coereba flaveola*), Cabeça-de-lenço (*Paroaria dominicana*), Canário-da-terra (*Sicalis flaveola*), Chorão (*Sporophila leucoptera*), João-de-barro (*Furnarius rufus*), Pássaro-preto (*Pseudoleistes guirahuro*), Pega (*Icterus pyrrhopterus*), Periquito-verde (*Brotogeris tirica*), Rolinha-picui (*Columbina picui*), Sanhaço-cinzentos (*Tangara sayaca*), Tiziu (*Volatinia jacarina*) e outros. Entre os que apresentam porte superior destacam-se a Cordiniz (*Coturnix coturnix*), Coruja (*Athene cunicularia*), Carcará (*Caracara plancus*), Garça (*Bubulcus ibis*), Seriema (*Cariama cristata*), Socó-boi (*Tigrisoma lineatum*), Quero-quero (*Vanellus chilensis*) e outras espécies. A domesticação ilegal de pássaros, caça predatória e o desmatamento representam os principais riscos à sobrevivência dessas espécies.

### 3. Cenários do Agronegócio do Milho e a Modernização Agrícola

Segundo a base de dados do IBGE (2013), no estado de Sergipe tem ocorrido um aumento da área plantada e da produção de milho nos últimos dez anos (Figura 5). Todavia essas mudanças são decorrentes da intensidade de exploração dos cultivos, ao elevado nível de modernização no manejo dos cultivos e aos crescentes investimentos de capitais nas lavouras.

As análises dos valores da figura 5 evidenciam a pujança da produção de milho dos municípios de Carira e Frei Paulo, que no período de 2003 a 2013, apresentaram um crescimento de valores aproximados a 5000% e de 1700%, respectivamente. Na referida década, destaca-se 2009 como o ano ápice da produção de milho entre os municípios com maior produção. Entretanto, tomando-se como referência o ano de 2009, observa-se que em 2011 ocorreu uma redução de 32,8% na produção de Carira e de 47,1% na produção do município de Frei Paulo. Esta queda decorreu da irregularidade climática, fato que provocou prejuízos financeiros, mas não o abandono das lavouras nos anos seguintes.

O capital direcionado ao agronegócio tem-se ampliado e a tendência encaminha para uma maior exploração dessa atividade na área da sub-bacia. Quanto ao capital, este provém da renda dos grandes proprietários rurais (sendo a maioria deles comerciantes local) e do crédito bancário concedido aos arrendatários e outros produtores rurais. Esses elevados investimentos estão fortalecendo a maior integração da cadeia produtiva do milho, e também está contribuindo para a especulação do valor da terra, fatos que justificam as diversas mudanças no espaço rural.

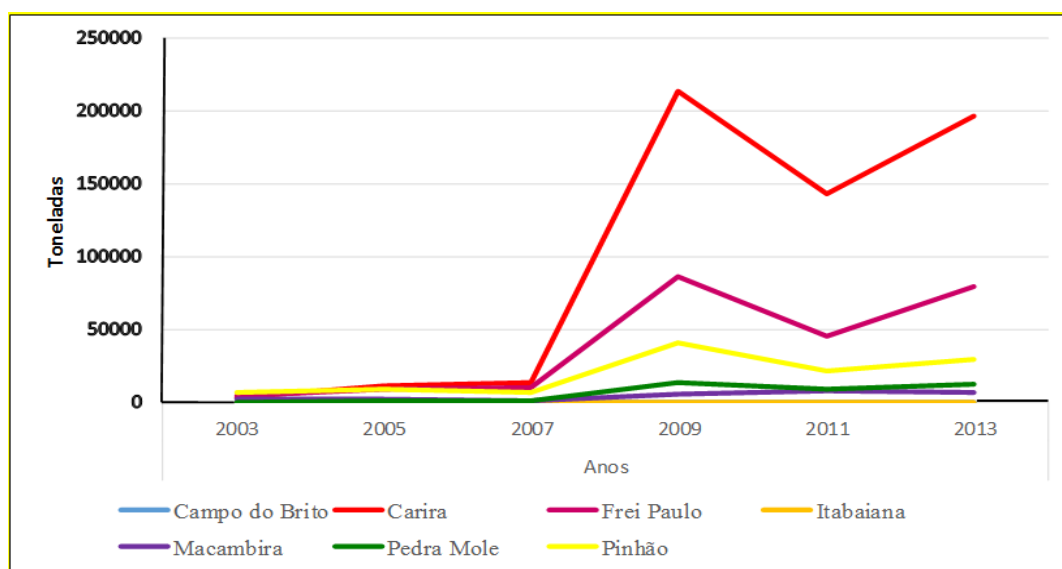


FIGURA 5 - Sub-bacia do rio Salgado - Quantidade de Milho Produzida, 2013.

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2013.

Contudo, de acordo com os dados de campo e ao considerar a safra atual de 2015, percebe-se o elevado número de financiamentos, o aumento nas vendas de máquinas e sementes, além de outros indicadores que demonstram a ampliação dos cultivos de milho na área da sub-bacia. Entretanto, as informações obtidas nos questionários da pesquisa chamam atenção para a provável queda de cerca de 20% nesta safra, sendo consequência da baixa pluviosidade no final do ciclo de cultivo das plantações.

Apesar da dependência climática, o agronegócio do milho se fortalece e a concretização dos significativos investimentos está se refletindo na ampliação dos cultivos com o grão. Percebe-se diversas paisagens tomadas pelas plantações de milho, retratando inclusive a ocupação de áreas com relevo ondulado e de planícies fluviais, que naturalmente corresponderiam às áreas cobertas de mata ciliar. Assim, até as porções de terras que deveriam ser protegidas por conta da presença de formações vegetais estão sendo utilizadas sem nenhuma observância legal com os cultivos de milho.

### **3.1. A Tecnificação da Produção Agrícola**

Na sub-bacia do rio Salgado, o uso da mecanização agrícola (tratores e implementos agrícolas), das sementes transgênicas e a intensa exploração da terra estão modificando de forma abrupta a área agrícola, transformando-a em uma importante produtora de grãos no estado. Assim a tecnologia cumpre um papel determinante no progresso do agronegócio na área, tomando-se como referência a qualidade das sementes plantadas, a diversidade de insumos agrícolas e a quantidade de máquinas e equipamentos agrícolas, devido às demandas das lavouras de milho.

Neste processo de modernização da agricultura, o uso de tratores agrícolas, grades, plantadeiras, colheitadeiras e outros implementos agrícolas representa uma das bases de manutenção do agronegócio. A necessidade de utilização desses implementos justifica o elevado número de equipamentos vendidos no período 2001/2015 (Figura 6). Porém estes dados representam um indicador do quantitativo de vendas de somente 01 (uma) loja comercial durante o período de 4 anos. As informações de outras lojas comerciais de marcas concorrentes tornaram-se inviáveis, pois as mesmas não regionalizam as vendas dos produtos agrícolas, ou seja, os dados abrangem todo o Estado de Sergipe e partes da Bahia.

Além da presença das máquinas agrícolas como exemplos comprobatórios da modernização técnica inserida no cultivo de milho, cabe acrescentar a inserção de diversos implementos e de práticas agrícolas que constituem indicadores do nível de tecnificação da produção das lavouras. Como exemplo do uso de novas tecnologias no manejo da cultura, associada ao uso de máquinas e equipamentos agrícolas cita-se a presença de produtos químicos utilizados no controle de pragas e doenças que atingem a monocultura do milho. Nas modernas lavouras de

milho o uso da adubação nitrogenada por exemplo, e dos produtos químicos utilizados na prevenção e combates de pragas e doenças representam itens essenciais no cultivo dos grãos.



FIGURA 6 - Colheitadeira de Milho na Fazenda Queimadas em Frei Paulo/SE.

Fonte: Pesquisa de campo, 2015.

### 3.2. Estrutura Fundiária e Produção Agrícola

A concentração de terras na sub-bacia, decorre pelo fato das lavouras de milho ocupar propriedades extensas, devido a facilidade no manejo da cultura e na possibilidade de maior produção. As médias e grandes propriedades são as que apresentam expressivo aparato tecnológico e capitais voltadas para o cultivo dos grãos, garantindo-lhes maior produção e produtividade. Já os pequenos proprietários estão à margem do lucro gerado pelo milho, pois não se dispõem de terras, técnicas e de capitais suficientes para cultivar grandes lavouras. À exceção ocorre quando o pequeno proprietário assume a condição de arrendatário. Verifica-se, portanto, que a produção de milho proporciona uma maior acumulação de capitais nas mãos de poucos, atrelada à força e às estratégias de manutenção do agronegócio, trazendo como consequências as desigualdades socioeconômicas e diversos conflitos.

A estrutura atual no conjunto da sub-bacia reforça a tendência cada vez mais concentradora da terra, ainda bastante enraizada no âmbito dos municípios. Assim, considerando que a estrutura fundiária é variável de acordo com o município, a faixa de área estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) demonstra o quanto as médias propriedades agrícolas dominam a área rural da sub-bacia.

Em termos de ocupação agrícola, na Sub-bacia os cultivos de milho comercial predominam nas médias e grandes propriedades onde apresentam maior nível de modernização, em função do

elevado poder financeiro de seus proprietários. Nas pequenas propriedades há o predomínio dos cultivos em regime de policultura marcado pela falta de recursos tecnológicos para mecanizar sua produção através da compra de tratores e defensivos agrícolas.

### **3.3. A Intervenção do Estado no Processo de Consolidação do Agronegócio do Milho**

A viabilização do agronegócio do milho na área da sub-bacia provém da junção do capital estatal com o privado, associados aos interesses de empresas de diversos ramos agropecuários (máquinas e equipamentos agrícolas, fertilizantes, agrotóxicos e outros). Destaca-se nessa relação a atuação do Estado como o principal financiador dos cultivos de milho. Para os agricultores beneficiados com os créditos concedidos pelos Bancos Públicos, o financiamento bancário constitui a condição indispensável e a garantia da realização dos cultivos.

Os recursos financeiros atrelados aos negócios da agricultura provenientes do sistema de crédito bancário ou da renda dos comerciantes proprietários de terras que investem no setor agrícola estão transformando as relações econômicas, sociais, políticas e ambientais dos municípios produtores de milho. Nota-se, portanto, que a presença dos recursos disponibilizados ao financiamento agrícola, tem promovido a modernização da produção e ampliado os laços de dependência dos produtores com as instituições financeiras (Banco do Brasil – BB; Banco do Nordeste – BNE e Banco do Estado de Sergipe - BANESE).

Do ponto de vista da influência do Pronaf entre os produtores detentores de terras ocupadas na área da sub-bacia nota-se que o programa tem promovido mudanças na estrutura produtiva do agronegócio, embora, perceba-se a manutenção da estrutura agrária e a permanência do modo de produção voltado à monocultura do milho. Desse modo, em termos de números de contratos e montantes liberados, constata-se a relevância do Pronaf, pois suas diversas modalidades vêm possibilitando a inserção de vários grupos de produtores no processo produtivo. Vale salientar que, ainda persistem no campo os conflitos relacionados ao acesso à terra e, ao considerar a realidade de vários pequenos proprietários, sobressai entre estes as dificuldades socioeconômicas de viver no campo e a tendência ao êxodo rural.

Portanto, conclui-se que as políticas do Estado possibilitam a reafirmação dos interesses do agronegócio, garantindo as demandas financeiras responsáveis pela consolidação da atividade monocultora do milho. Esta estrutura econômica financiada pelo Estado tem contribuído na rentabilidade vivenciada entre os produtores de milho, mas de forma negativa mascara a permanência da concentração fundiária, os conflitos, a exclusão tecnológica, a exploração dos trabalhadores e a degradação do meio ambiente.

### **3.4. Os Impactos Ambientais Decorrentes dos Cultivos de Milho**

O milho tem contribuído para a abertura de novas áreas, como enfatiza a pesquisa de Santos (2012, p. 44) realizada no município de Carira. A autora mostra a ocorrência das queimadas e comenta que “áreas antes usadas para criação de gado são substituídas pela monocultura do milho. A busca pela ampliação das áreas de cultivo tem levado ao desmatamento de áreas de Caatinga para uso da agricultura”. Assim, a retirada da vegetação para fins agrícolas faz parte do contexto do milho na sub-bacia, representando, à posterior, um fator de desequilíbrios e de degradação ambiental. Outra situação que implica no desmatamento para o cultivo de milho é a retirada da formação vegetal nativa de áreas marginais aos rios. Esta situação de degradação das planícies fluviais tende a provocar intensos impactos ambientais em áreas que teoricamente deveriam estar cobertas pelas matas ciliares.

Quanto à preservação da biodiversidade nas propriedades produtoras de milho da sub-bacia, verificou-se a existência de manchas de matas nativas em todos os imóveis, muito embora não apresentassem registros de reserva legal. Na opinião dos produtores, a única prática de preservação das áreas está em não desmatar para evitar problemas com a fiscalização do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Essa situação chama a atenção para algumas pontualidades: de acordo com 2 produtores que adquirem financiamento, as matas são mantidas para facilitar o crédito agrícola, sem que haja fiscalização quanto à exigência de 20% da propriedade coberta com matas, teoricamente os produtores/arrendatários informam ao banco que a propriedade possui o pré-requisito ao financiamento, mas na prática não existe o tamanho da área informada na documentação.

Dessa forma, pode-se perceber que a dinâmica produtiva proporcionada pelo agronegócio do milho pautada no uso de produtos químicos e na adoção de modernas práticas de manejo das lavouras tende a provocar diversos impactos ambientais tais como o desmatamento, a erosão e a salinização dos solos. O aumento dos riscos de contaminação dos mananciais de água com agrotóxicos influencia no assoreamento dos cursos fluviais e compromete a saúde humana e a biodiversidade devido à quebra da cadeia alimentar, podendo causar a extinção de espécies da fauna e da flora das áreas da sub-bacia.

### **4. Considerações Finais**

Na sub-bacia, percebe-se a dualidade dos problemas ambientais aferidos às plantações de milho, que apesar da resistência dos condicionantes naturais, esta atividade econômica reorganiza e recria o espaço com o intuito de manter produtividade e a lucratividade das lavouras. As áreas ocupadas pelo milho estão modificadas em diferentes graus e sob diferentes aspectos, situação agravante é que a problemática derivada dessas alterações no ambiente é compreendida pelos produtores rurais como uma normalidade pela forma de exploração dos recursos naturais. A

intensidade na substituição das matas e das pastagens pelas lavouras de milho traz como consequências a redução da biodiversidade e a inserção de novas áreas ao domínio dos cultivos, condições estas causadoras da degradação ambiental no território da sub-bacia. Assim a alternância das atividades rurais com o crescimento da monocultura do cereal proporciona a redução das áreas ocupadas pela pecuária, mas permanecendo no meio físico-natural os efeitos degradantes de ambas as atividades.

Diante da configuração atual do espaço rural da sub-bacia percebe-se a impossibilidade de retorno ao sistema tradicional de cultivos e por isso se questiona a “obrigatoriedade” da sociedade pagar o preço dos impactos ambientais proporcionados pelos produtores de milho. Importante discutir o uso dos produtos tecnológicos a favor da lucratividade e do ínfimo reconhecimento dos aspectos humanos e físico-naturais. Convém avaliar a ciência como um meio que respeite a vida e não apenas direcionada aos interesses econômicos e à manutenção do poder. Outro agravante refere-se à ineficiência do Estado por ser incapaz de não colocar em prática a política ambiental, tornando-se omissa e conivente ao permitir diversas ações degradantes provocadas pelos produtores de milho.

## 5. Referências Bibliográficas

- CARVALHO, M. E. S. (2010). *A questão hídrica na bacia sergipana do rio Vaza-Barris*. Tese de Doutorado. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- CPRM/CODISE. (2002). Serviço Geológico do Brasil. Levantamento Geológico do Estado de Sergipe.
- FRANCO, E. (1983). *Biogeografia do estado de Sergipe*. Aracaju: SEGRASE.
- GUERRA, A. J. T. (2009). Processos erosivos nas encostas. In: *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013). Pesquisa municipal.
- SANTOS, C. (2012). *Níveis tecnológicos dos agroecossistemas do milho no Estado de Sergipe*. Dissertação de Mestrado. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.

## COMPARATIVO DAS LEGISLAÇÕES BRASILEIRA E URUGUAIA PARA A GESTÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APP'S)/MONTES RIBEREÑOS.

A. A. Bervig<sup>(a)</sup>, E. M. Foletto<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Ensino /Instituto Federal Farroupilha – Câmpus Alegrete/RS  
alinebervig@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geociências /Faculdade de Geografia, Universidade Federal de Santa Maria-UFSM  
efoletto@gmail.com

### Resumo

A demanda pela utilização de recursos naturais é cada vez mais intensa para atender as necessidades básicas e vitais da humanidade, bem como para a sua exploração econômica. Visando regular a exploração dos recursos hídricos alguns países já estabeleceram normas e leis de proteção ambiental. Em situações onde os recursos naturais encontram-se em regiões de fronteira de dois ou mais países, ou seja, no caso dos rios transfronteiriços, as Leis e os Acordos são imprescindíveis para a gestão compartilhada tenha sucesso. Tendo como ponto de referência o rio, a existência das Áreas de Preservação Permanente/*montes ribereños* (APP's) é fundamental para a preservação das suas margens e, consequentemente, do próprio recurso hídrico. Há a necessidade de um maior monitoramento e efetiva fiscalização do cumprimento das legislações uruguaia e brasileira, assim, ocorrerá diminuição na degradação das margens dos rios.

**Palavras chave:** recursos hídricos, rios transfronteiriços, Áreas de Preservação Permanentes, montes ribereños, legislação brasileira e uruguaia.

### 1. Introdução

Os rios sempre tiveram importância histórica e cultural na formação dos países, pois, serviram como vias de acesso a novas áreas e para a ocupação de novos territórios visando à exploração dos seus recursos naturais. A exploração demasiada dos recursos naturais torna o ambiente insustentável e acarreta problemas ambientais. Na busca da mitigação dos impactos ambientais, a sociedade regula o uso e o manejo dos recursos naturais por meio de leis e normas.

Quando esses recursos ultrapassam a área territorial de um país e avançam ao território vizinho, o que ocorre com os rios transfronteiriços, há a necessidade de acordos internacionais que busquem a padronização de normas e procedimentos, visando à preservação e à gestão compartilhada desses recursos.

Segundo (PERKMANN; 2007 p.157):

As regiões transfronteiriças podem ser definidas como unidades territoriais delimitadas, com autoridades locais participando de processos de cooperação transfronteiriça. Essas regiões são o resultado de um processo de construção social, devendo ser entendidas como



unidades socioterritoriais equipadas com certo grau de capacidade estratégica na base de arranjos organizacionais. A fronteira entre Brasil e Uruguai se apresenta com uma institucionalização cada vez maior, intensificada pela entrada em vigor da Nova Agenda para Cooperação e Desenvolvimento Fronteiriço entre Brasil e Uruguai, em 2002.

A proteção dos recursos hídricos não abrange apenas o curso d'água, mas se estende à vegetação ciliar, zona ripária, e as Áreas de Preservação Permanentes (APP's), bem como as suas bacias hidrográficas. A preservação das áreas de influência do recurso hídrico tem importância na proteção do referido recurso, pois, a vegetação, por meio de suas raízes e estruturas, exerce papel de filtro ao impedir que o material contaminante chegue ao curso d'água.

Para Zakia (1998), a presença de mata ciliar nas zonas ripárias constitui condição básica para a manutenção da integridade dos processos hidrológicos e ecológico devido à absorção do escoamento superficial pelo ecossistema ripário. O crescimento desordenado das cidades e das áreas de exploração agrícola são motivos pelos quais ocorre a destruição das APP's, pela ausência de planejamento de sua expansão em prejuízo da vegetação das margens dos rios. Em áreas urbanas, as principais falhas na proteção das APP's se dão pela ineficiência do cumprimento das normas jurídicas que as protegem (ARAÚJO, 2002). Em áreas rurais, a normatização frágil compatibiliza o uso da terra sem considerar a preservação desses recursos naturais (FINK; PEREIRA, 1996), dando origem aos problemas ambientais.

Conforme SILVEIRA, *et al.* (2010, p. 173):

À medida que a população aumenta, cresce a demanda por produtos agropecuários e consequentemente [sic], ocorre à expansão das áreas agrícolas, a intensidade de uso das terras e dos recursos naturais. A conversão de áreas de floresta em explorações agrícolas resulta em mudanças ambientais, especialmente na quantidade e qualidade da água, assoreamento dos rios e erosão.

A existência das APP's nas margens dos rios contribui para a preservação das mesmas, evitando a erosão, além de proporcionar a preservação da biodiversidade. Para Teixeira (2002) "O desafio da humanidade é conciliar o desenvolvimento com a proteção e a preservação ambiental, para não inviabilizar a qualidade de vida das futuras gerações, da coletividade e o exercício de propriedade sobre os bens ambientais."

Nesse sentido, o objetivo geral, a pesquisa propôs realizar uma comparação entre as leis brasileira e uruguaia em relação às Áreas de Preservação Permanente/*montes ribereños* dos rios transfronteiriços.

## 2. Referencial teórico

### 2.1. Legislação brasileira

A extensão de um determinado território é perceptível, principalmente, quando se manuseia um mapa ou qualquer outro modo de visualização espacial. Porém, inserindo os recursos naturais nessa representação, muitas vezes, eles acabam ultrapassando os limites territoriais e tornando-se transfronteiriços.

As águas transfronteiriças estendem a interdependência hidrológica para além das fronteiras nacionais, estabelecendo um elo entre usuários de diferentes países dentro de um único sistema. Gerir essa interdependência constitui um dos grandes desafios de desenvolvimento humano que a comunidade internacional enfrenta. À medida que a relação disponibilidade/demanda hídrica for se tornando menor, a competição transfronteiriça pela partilha de recursos hídricos irá aumentar (UNDP, 2006).

As Áreas de Preservação Permanentes (APP's) contribuem para a preservação dos recursos hídricos, principalmente, das suas margens, uma vez que, as APP's servem como contenção de sedimentos produzidos, na maioria das ocorrências, oriundos do excesso de área de plantio das lavouras, do desmatamento e da expansão urbana. Tanto no espaço urbano, quanto no rural, elas contribuem para amenizar enchentes e inundações. Além dessa contribuição, as APP's também podem: - proteger o solo, prevenindo a ocorrência de desastres associados ao uso e ocupação inadequados de encostas e topos de morro; - proteger dos corpos d'água, evitando enchentes, poluição das águas e assoreamento dos rios; - proporcionar a manutenção da permeabilidade do solo e do regime hídrico, prevenindo contra inundações e enxurradas; - colaborar e evitar com a recarga de aquíferos e evitando o comprometimento do abastecimento público de água em qualidade e em quantidade; - a função ecológica de refúgio para a fauna e de corredores ecológicos que facilitem o fluxo gênico de fauna e flora, especialmente entre áreas verdes situadas no perímetro urbano e nas suas proximidades e propiciar a atenuação de desequilíbrios climáticos intra-urbanos, tais como o excesso de aridez, o desconforto térmico e ambiental e o efeito "ilha de calor".

Conforme Costa *et al.*, (1996, p. 17):

As APP's foram criadas para proteger o ambiente natural. A cobertura vegetal nestas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, e trazendo também benefícios para a fauna.

Na Legislação brasileira existiram os Códigos Florestais, de 1965, 1989 e 2012, que abordaram a temática das Áreas de Preservação Permanente APP's. (Quadro 1) No atual Código Florestal,

o conceito e as regulamentações, referentes às metragens necessárias de APP's foram modificados. Dessa forma o conceito de APP ficou assim definido:

“Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

II - Área de Preservação Permanente: área protegida nos termos dos Artigos 4º, 5º e 6º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de conservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; O caráter econômico, ou seja, voltado para exploração, está, cada vez mais em evidência, sendo associado o termo “conservar” a ele, pois, há a necessidade de realizar o mesmo.

**Quadro 1:** Normativas em relação às Áreas de Preservação Permanente na Legislação Brasileira, o Código Florestal de 2012.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2015).

<b>ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA</b>					
Local	Limite	Referência de possibilidade de uso	Recomposição		
Nascente	50 metros de diâmetro	Não há	<u>Tamanho Módulos fiscais</u>	<u>Largura a ser reflorestada</u> Rio menos 10 m	<u>Largura a ser reflorestada</u> Rio mais 10m
Rio de 10 metros	30 metros de APP	Quando houver área consolidada de APP de rio de até 10 metros de largura, reduz-se a largura mínima para 15 metros.	0 - 1	5 metros	5 metros
Rio entre 10 a 50 metros	50 metros de APP	Permite a supressão de vegetação de APP's e atividades consolidadas até o ano de 2008, desde que seja de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, incluídas atividades agrossilvopastoris, ecoturismo e turismo rural.	1 – 2	8 metros	8 metros
Rio entre 50 a 200 metros	100 metros de APP		2 - 4	15 metros	15 metros
Rio 200 a 600 metros	200 metros de APP		4 - 10	20 metros	30 a 100 metros
Rio com mais de 600 metros	500 metros de APP		Mais de 10	30 metros	30 a 100 metros

Elaboração: Aline Andressa Bervig (2015).

### 2.3. Legislação uruguaia

Na Legislação uruguaia, a preocupação em normatizar os “*montes ribereños*” surge, pela primeira vez, na “*LEY DE AGUAS, No. 276 del 27 de agosto de 1942*”, que, estabelece a obrigação das autoridades da República em fiscalizar o corte das florestas e tomar as medidas necessárias para preservar as árvores, especialmente ao longo dos rios e nascentes, para evitar a diminuição do volume de água ocasionada pelo assoreamento das margens dos rios. E os limites referenciais de possibilidade de uso das áreas onde estão os *montes ribereños* conforme a legislação uruguaia vigente (Quadro 2).

**Quadro 2:** Limites e os referenciais de possibilidade de uso das áreas onde estão os *montes ribereños* conforme a legislação uruguaia vigente  
Fonte: Ley N° 18.610

<b>MONTES RIBEREÑOS NA LEGISLAÇÃO URUGUAIA</b>		
Local	Limite	Referência de possibilidade de uso
Área Urbana	10 metros	Para área urbana consolidada
Área Rural	15 metros	Para fins agrossilvopastoris

Elaboração: Aline Andressa Bervig (2015)

### 4. Metodologia

Foi realizada uma análise de material bibliográfico, cartográfico e documental para a construção do referencial teórico. A estrutura de ideias, teorias, conceitos, legislações, as comissões mistas e os acordos firmados na região nortearam a fundamentação teórica para a discussão dos resultados sobre as Áreas de Preservação Permanentes (APP's)/*montes ribereños*.

### 5. Considerações finais

No aspecto da legislação presente na região, há a necessidade de que seja respeitada a base científica da existência do Código Florestal Brasileiro de 2012. Nesse sentido, existindo maior cumprimento das legislações vigentes no Brasil e no Uruguai, ocorrerá maior preservação ambiental. Para isso há a necessidade de discussão acerca da base científica do Código Florestal Brasileiro de 2012, com base nela e para a efetividade destas faixas de vegetação remanescente certamente depende de uma série de fatores, dentre eles o tipo de serviço ecossistêmico considerado e a largura de vegetação preservada. No entanto, dada suas múltiplas funções, incluindo a topografia, a fixação do solo, a proteção dos recursos hídricos, o tipo de clima, a pluviosidade local a contenção de poluentes agrícolas, além da conservação da fauna, deve-se

pensar na largura mínima suficiente para que esta faixa desempenhe de forma satisfatória todas as suas funções. Por consequência, a definição desta largura no âmbito do Código Florestal deveria respeitar a função mais exigente. Em outras palavras, haveria a necessidade de homogeneizar a largura das Áreas de Preservação Permanentes/*montes ribereños* na comparação das leis brasileira e uruguaia. Se houver um aumento dessa área, principalmente, na margem uruguaia, a preservação será mais eficaz e a qualidade ambiental da região fronteira será melhorada.

## 6. Bibliografia

ARAÚJO, S.M.V.G. Áreas de Preservação Permanente e a questão urbana: estudo técnico consultoria legislativa da área de meio ambiente, direito ambiental, organização territorial, desenvolvimento urbano e regional. Brasília, DF: [s.n.], 2002.

BRASIL, Código Florestal de 1934, Decreto-Lei N° 23.793, de 23 de Janeiro de 1934. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/d23793.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm) (Acesso em: 20 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Código Florestal de 1965, Lei n° 4.771, de 15 de Setembro de 1965. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/14771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm) (Acesso em: 7 de Maio de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei N° 6.535, de 15 de Junho de 1978. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6535.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6535.htm) (Acesso em: 21 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei no 7.511 de 7 de julho de 1986. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17511.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17511.htm) (Acesso em: 21 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Constituição Federal de 1988. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm) (Acesso em: 15 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei Federal N° 7.754 de 14 de Abril de 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17754.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17754.htm) (Acesso em: 19 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei Federal N° 7.803, de 18 de Julho de 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17803.htm%E2%80%8E](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17803.htm%E2%80%8E) (Acesso em: 21 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei Federal N° 7.803, de 18 de Julho de 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17803.htm%E2%80%8E](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17803.htm%E2%80%8E) (Acesso em: 21 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei n° 7.990 de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17990.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17990.htm) (Acesso em: 11 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei n° 7.990 de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17990.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17990.htm) (Acesso em: 11 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei N° 8.001, de 13 de Março de 1990. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8001.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8001.htm) (Acesso em: 16 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei N° 8.001, de 13 de Março de 1990. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8001.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8001.htm) (Acesso em: 16 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei N° 9.433, de 8 de Janeiro de 1997 – Política Nacional dos Recursos Hídricos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm) (Acesso em: 19 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Lei Federal N° 9.985, de 18 de Julho de 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm) (Acesso em: 20 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Medida Provisória N° 2.166-67, de 28 de Junho de 2001. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/medpro/2001/medidaprovisoria-2166-65-28-junho-2001-335333-norma-pe.html> (Acesso em: 20 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional dos Recursos Hídricos - Resolução N° 30, de 11 de Dezembro de 2002. Disponível em: [www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article..](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article..) (Acesso em: 11 de Junho de 2013).

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional dos Recursos Hídricos – Resolução N° 32, de 25 de Julho de 2003. Disponível em: [www.seder.mt.gov.br/.../A\\_e410e14154f1cd5d25cc14ffeed8875dresolu...](http://www.seder.mt.gov.br/.../A_e410e14154f1cd5d25cc14ffeed8875dresolu...) (Acesso em: 11 de Junho de 2013).

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e Caracterização das Áreas de Preservação Permanente, por meio dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Anais. VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19 Abril 1996 – INPE, p. 121 – 127.

FINK, D. R. & PEREIRA, M. S. Vegetação de Preservação Permanente e meio ambiente urbano. In: Revista de Direito Ambiental, ano 1, vol.2. São Paulo: Revista dos Tribunais, junho de 1996.

PERKMANN, M. Policy entrepreneurship and multilevel governance: a comparative study of European cross-border regions. Environment and Planning C: Government and Policy, v. 25, p. 861-879. 2007.

SILVEIRA, F. et al. Análise Temporal do Uso e Ocupação do Solo e Qualidade da Água na Microbacia Ribeirão Irma, Massaranduba, SC. I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP - Rio Claro. 05 a 07 de outubro de 2010 – Rio Claro/SP.

TEIXEIRA, O. P. B. O Direito ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental. Porto Alegre: Livraria do Advogado Ed., 2006.

UNEDP, 2006. Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis. In: Human Development Report, disponível em: [http://hdr.undp.org/hdr2006/report\\_pt](http://hdr.undp.org/hdr2006/report_pt). Acesso em 15 de Agosto de 2014.

URUGUAY, LEY DE AGUAS No. 276 del 27 de agosto de 1942. Disponível em: <http://www.hacienda.go.cr/.../Ley/Ley%20276-%20Ley%...%E2%80%8E> (Acesso em: 2 de Agosto de 2013).

\_\_\_\_\_. Atlas Florestal, Dirección Florestal (MGAP) – Ministério Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay 2011. Disponível em: [http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxp001.aspx?7,1...%](http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxp001.aspx?7,1...%E2%80%8E)

E2%80%8E (Acesso em: 2 de Agosto de 2013).

\_\_\_\_\_. Ley General de Protección del Medio Ambiente – La Protección del Medio Ambiente, N° 17.283 de 12 de Diciembre de 2000.

\_\_\_\_\_. Ministeria de Ganadería, Agricultura y Pesca, División Suelo y Agua, Zonificación de Tierras de la Cuenca Rio Cuarefím – Evaluación de dos Sistemas de Producción Bajo Riego – Aportes a su Regulación Hídrica. MOLFINO, J. H.; MORELLI, C.; CALIFRA, A.; CLÉRICI, C.; PETRAGLIA, C. Proyecto FAO GCP / RLA / 126/ JPN. Diciembre 2000.

\_\_\_\_\_. Ley Florestal N° 15.939, 9 de Janeiro de 1988, “Disposiciones generales” Disponível em: [http://www.mercosur.int/msweb/00\\_Dependientes/SGT7/PT/docs/Uruguay%201988%20Ley%2015939%20Forestal.pdf](http://www.mercosur.int/msweb/00_Dependientes/SGT7/PT/docs/Uruguay%201988%20Ley%2015939%20Forestal.pdf) (Acesso em: 28 de Julho de 2013).

\_\_\_\_\_. LEY DE AGUAS, No. 276 del 27 de agosto de 1942. Disponível em: [www.hacienda.go.cr/.../Ley/Ley%20276-%20Ley%...](http://www.hacienda.go.cr/.../Ley/Ley%20276-%20Ley%...) Acesso em: 28 de Julho de 2013).

\_\_\_\_\_. Ley N° 18.610, de 28 de Outubro de 2009. Disponível em: [www.mvotma.gub.uy/ambiente.../10002490](http://www.mvotma.gub.uy/ambiente.../10002490) (Acesso em: 28 de Julho de 2013).

\_\_\_\_\_. Ley N° 14.859, 15 de Diciembre de 1979. Disponível em: [www.parlamento.gub.uy/leyes/ley14859.htm](http://www.parlamento.gub.uy/leyes/ley14859.htm) (Acesso em: 28 de Julho de 2013).

ZAKIA, M. J. B. Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas. 1998. 99 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, SP, 1998.



## **A EXPANSÃO DA ATIVIDADE CANAVIEIRA E INTERAÇÕES COM A REDE HIDROGRÁFICA NA REGIÃO DO PONTAL DO PARANAPANEMA, SÃO PAULO, BRASIL**

P. C. Rocha<sup>(a)</sup>, C. R. Santos<sup>(b)</sup>, A. A. Santos<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/FCT, UNESP/CETAS-PQ-CNPq (Brasil)  
pcrocha@fct.unesp.br

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia/ FCT, UNESP (Brasil)  
carlars2013@gmail.com

### **Resumo**

No presente trabalho é apresentada uma análise das relações entre a expansão da área plantada de cana na UGRH 22 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema), a rede de drenagem e o meio físico da bacia hidrográfica. Para tanto, a análise partiu da interpretação de vários produtos cartográficos associando a rede de drenagem, o meio físico e a evolução das áreas de produção de cana na região da pesquisa, a partir da sobreposição e processamento dos mapas produzidos em um ambiente Sistema de Informação Geográfica, além de tomadas de dados em campo. Os mapas foram elaborados a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento, cujos resultados foram apresentados também em gráficos e tabelas. Os resultados mostraram uma intensa apropriação da rede de drenagem ao longo da última década pelo processo produtivo canavieiro, assim como um domínio em áreas de topos convexos e tabulares sem distinção.

**Palavras chave:** rede de drenagem, meio físico, cana de açúcar, UGRHI pontal do Paranapanema, ordenamento territorial.

### **1. Introdução**

A bacia hidrográfica é composta por uma rede de drenagem e é uma área de captação natural da água da chuva cuja rede de drenagem estabelecida faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Nessa lógica de fluxos, a bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

A rede de drenagem tem distribuição e densidade de acordo com os estágios evolutivos do relevo, que por sua vez são reflexos da interdependência nas relações entre a intensidade do processo morfogenético (morfodinâmicos) conduzido pelas ações do clima e biosfera, em especial da relação entre as taxas de escoamento superficial e infiltração, de um lado, e a resistência do substrato e características estruturais, de outro lado.

Do mesmo modo o processo morfogenético do relevo permite considerar através dos estágios evolutivos em que se encontra a dissecação, aspectos associados com a intensidade erosiva e/ou deposicional, velocidade de transferência de matéria, estabilidade/instabilidade relativa a processos físicos e também químicos, entre outros.



Por outro lado, o espaço físico é apropriado pela sociedade civil e pelo Estado para diversos fins. Do ponto de vista dos agentes, podem-se considerar como principais sujeitos territoriais, o Estado, a sociedade civil e os agentes privados (PNOT, 2006). A transformação da natureza com a finalidade da produção é um fenômeno social, representado pelo trabalho. A partir desta constatação, Casseti (1995) interpreta que as relações de produção entre os homens mudam conforme as leis, as quais implicam a formação econômico-social e, por conseguinte, as relações entre a sociedade e a natureza. Daí o papel dos Agentes envolvidos na apropriação dos espaços naturais, e do Estado na criação de políticas de Ordenamento Territorial.

Segundo a Política Nacional de Ordenamento Territorial - PNOT (2006), há um desafio conceitual para se definir o significado do Ordenamento Territorial. Este desafio está associado à questão política, da nova relação Estado-território, unidade indissociável até recentemente, mas hoje rompida por novas forças no contexto da globalização. Assim, no documento do projeto em questão, salienta-se que do ponto de vista dos agentes, pode-se considerar como principais sujeitos territoriais, o Estado, a sociedade civil e os agentes privados. O impacto das ações destes atores ou agentes, incluídas aí as relações de dominação, determinam os processos territoriais, podem complementar-se, entrar em conflito e/ou anular-se.

Desse modo, compreender como estes atores e as intensidades das suas ações impactam o território é fundamental para alcançar os objetivos de qualquer ação de ordenação do território. Considerando que de um lado o modelo de mudança que resulta destes impactos modifica as forças que regulam os processos gradualmente de forma acumulativa, por outro lado parte destes impactos podem fazer emergir mudanças radicais, imprevistas, transformações radicais e estruturais do território (PNOT, 2006).

A necessidade da apropriação do espaço físico pela agricultura e pecuária faz do desmatamento a primeira consequência prejudicial ao ambiente. Com isto o solo desnudo fica exposto à lixiviação superficial (que leva consigo a deposição orgânica de vegetais e sua microfauna associada) e à lixiviação profunda (que promove uma lavagem dos nutrientes nas camadas subseqüentes). Estes processos conduzem o material para áreas mais baixas e em geral convergem para rios e lagos, assim como resultam em empobrecimento do solo e, que por sua vez acaba levando ao aumento no uso de fertilizantes, desequilibrando o conteúdo de nutrientes no solo e expondo solo e águas à contaminação química (CARVALHO *et al.*, 2000).

A necessidade de se ordenar a expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil motivou, por iniciativa do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente - MMA, a elaboração do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE), baseado nas características edafo-climáticas, topografia, cobertura vegetal,

localização de áreas protegidas e presença de áreas urbanas e de mineração (MANZATTO *et al.*, 2009, *em* RIBEIRO *et al.*, 2013).

Segundo o ZAE da cana-de-açúcar, o Cerrado brasileiro se apresenta, como área geográfica mais favorável à expansão. Porém, muitas são as preocupações em relação aos impactos sobre a biodiversidade, sobre os recursos hídricos e sobre a produção de alimentos. Contudo, existem poucas disposições legislativas, a nível global, voltadas ao ordenamento da expansão de áreas agrícolas para a produção de biocombustíveis e são necessárias políticas que minimizem estes impactos (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos, cabe considerar que as atividades dos usuários de água em uma bacia hidrográfica são competitivas e se acirram à medida que diminui a disponibilidade hídrica per capita. Gerenciar essa competição significa criar um conjunto de regras para a alocação da água, o que, em última instância, é a essência do sistema de gestão de recursos hídricos. A forma de dar sustentabilidade e equidade a essa relação de disponibilidade x demanda foi definida pela Lei n. 9.433/97. e ela se dá por meio da instância de decisão local que são os Comitês de Bacia Hidrográfica. Para que o conjunto de regras seja criado, são necessários os instrumentos de gestão que as institucionalizam e a criação da instância de decisão local, levando-se sempre em consideração o caráter sistêmico do conceito de bacia hidrográfica (PORTO & PORTO, 2008).

Como forma de se sistematizar e efetuar o levantamento das condições do meio físico e sua apropriação podem ser utilizadas geotecnologias como suporte à decisão. O levantamento e o diagnóstico das transformações do meio físico pela ação humana, e seu acompanhamento por técnicas de Sistema de informação Geográfica e sensoriamento remoto tem sido de fundamental importância dada a facilidade de aquisição e manipulação das imagens de satélites e outras fontes de dados espaciais que são disponíveis e que auxilia na tomada de decisão para o planejamento e proteção das bacias hidrográficas.

Segundo Rosa e Brito (1996), o geoprocessamento é composto por um conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais. Além de utilizar técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a fim de tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico (D'ALGE, 2003). Os dados de sensoriamento remoto têm contribuído em estudos morfométricos, principalmente em aplicações na descrição quantitativa de bacias e redes de drenagem (NOVO, 1998).

As técnicas de sistemas de informação geográfica e de sensoriamento remoto, a cada dia apresentam mais aperfeiçoamento e sofisticação, permitindo uma vasta variedade de aplicações e maior fluidez nas análises e processamentos dos dados para análise ambiental.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram identificar e discutir a evolução espacial da apropriação das drenagens fluviais pelo processo produtivo canavieiro e suas relações espaciais através da utilização de geotecnologias, na região do Pontal do Paranapanema, no Oeste Paulista.

### 1.1. Área de Estudos

A área de estudos se refere à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) 22, e pertence à área de atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Pontal do Paranapanema (CBH-PP), localizada na região do Pontal do Paranapanema no Oeste Paulista (Brasil), abrangendo 26 municípios totalizando uma área de 11.838 Km<sup>2</sup> (Figura 1).

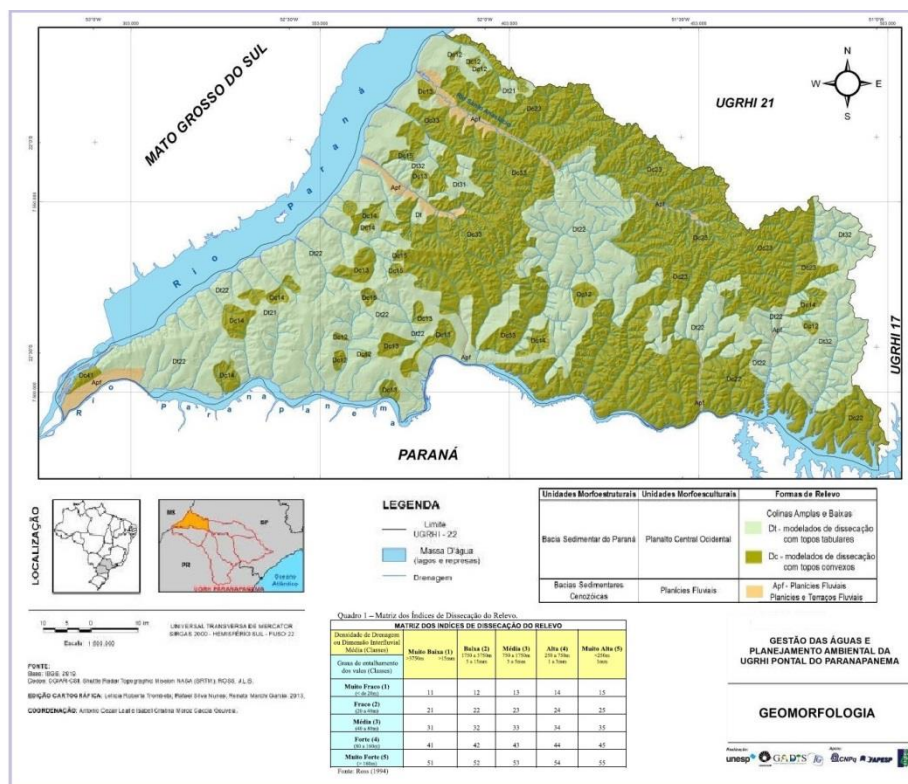


Figura 1 - Área de Estudos. Morfologias dominantes e padrões de dissecação do relevo. Relevo com topos tabulares (Dt) (áreas mais aplainadas) e relevo com topos convexas (Dc) (áreas com dissecação baixa a média).

Fonte: Garcia *et al.* (2013).

A região do Pontal do Paranapanema apresenta, como substrato geológico, rochas sedimentares cretáceas dos grupos Caiuá e Bauru, recobertas por espessos mantos regolíticos e por sedimentos cenozóicos inconsolidados, que incluem terraços fluviais, colúvios e depósitos aluviais recentes. Ao sul, afloram basaltos da Formação Serra Geral, que constituem o substrato

das bacias Caiuá e Bauru. A altura média da precipitação anual no Pontal do Paranapanema varia de 1100 a 1400 mm. Nesta área atuam diversos sistemas de circulação com maior ou menor intensidade (BRAIDO, 2010; SANTOS *et al.*, 2011).

Em termos geomorfológicos gerais, a área exibe relevo suave, formado predominantemente por colinas amplas, com vales de pequena amplitude altimétrica e fundo chato, preenchidos por delgados depósitos aluviais. Dominam os topos tabulares e convexos, no geral com baixos a médios índices de dissecação (Figura 1). Na região dominam os Latossolos e Argissolos com alta suscetibilidade natural a processos erosivos. Nos vales solos hidromórficos e neossolos flúvicos. Devido ao acelerado desmatamento a partir da década de 1920 e às formas de agricultura que não respeitaram a capacidade de suporte dos solos, houve grande incidência de processos de erosão acelerada e intenso assoreamento das calhas fluviais (SANTOS *et al.*, 2011; GARCIA *et al.*, 2013).

## 2. Procedimentos Metodológicos e Materiais

Para a realização do trabalho, foram utilizados dados vetoriais no formato digital disponibilizadas no banco de dados do IBGE (drenagem, limites territoriais e estados na escala de 1:50.000), ITESP/SP (assentamentos rurais), Comitê de Bacias (UGRHI, 22) e dados no formato raster (Imagens de satélites Landsat 7/TM, Landsat 8 OLI/TIRS, adquiridas no ano de 2002, 2007, com resolução espacial de 30 metros e Imagens de Satélite ResourceSat, adquiridas no ano de 2013, com resolução espacial de 23,5 metros, disponibilizadas no site Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), esses dados foram coletados e armazenados dentro de um SIG (softwares ArcGis 10 e Envi 4.3).

Com relação a rede de drenagem, utilizou-se o ArcGis® 10 para processo de ordenação fluvial por meio de classificação. Tomou-se como base para a classificação dos canais a proposta de Strahler (1952). Para o autor, os canais menores sem tributários são considerados de primeira ordem. A partir da confluência de dois canais de primeira ordem surgem os de segunda, os de terceira ordem surgem a partir da confluência de dois canais de segunda ordem e assim sucessivamente (CHRISTOFOLETTI, 1980). Os dados de extensão de drenagem de acordo com a ordem do canal foram obtidos por meio do ArcGis® e posteriormente tratados no Excel para a elaboração de tabelas.

A inferência das áreas de canaviais foi obtida a partir da interpretação e geoprocessamento de imagens LandSat (INPE) de diferentes escalas, períodos e cenas, que foram compiladas em ambiente SIG, processados os dados, obtidas as informações quali e quantitativas e posteriormente produzidos os mapas de síntese. O mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal para identificação das áreas de canaviais foi elaborado utilizando-se interpretação

supervisionada por máxima verossimilhança no software Envi 4.3. A acurácia do resultado foi testado a partir da interpretação visual, matriz de confusão por roi e ida a campo.

Em seguida, o mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi enviado para o software ArcGis 10, para que fosse realizado a compilação e o cruzamento dos dados com as variáveis rede de drenagem e dissecação do relevo, utilizando-se a ferramenta geoprocessing, calculate geometry e statistics.

Após o processamento dos dados, foram elaborados os gráficos e tabelas para se obter os relacionamentos entre as variáveis. As tabelas foram finalizadas no software Excell, onde foi possível efetuar os cálculos do processo de quantificação e elaboração dos gráficos.

### **3. Apresentação dos Resultados**

#### ***Espacialização regional e apropriação da rede de drenagem***

Os resultados estão apresentados em mapas, gráficos e tabelas, que representam a atual situação da espacialização da rede de drenagem quanto às variáveis acima relacionadas. A figura 2 apresenta a evolução da área utilizada para o cultivo da cana de açúcar em 2002, 2007 e 2013 e a espacialização da rede de drenagem envolvida. Os dados da expansão da cana de açúcar ao longo dos anos de 2002 a 2013 mostram um aumento superior a 30 vezes no período (figura 2 e tabela 1).

Quando se relaciona a extensão da rede de drenagem envolvida na área dos canaviais, observa-se também um alto crescimento, com aumento maior que 11 vezes o valor de 2002 e envolvimento da rede de drenagem maior que 15 vezes sobre o valor em 2002. Estes dados tornam necessária a avaliação e monitoramento dos recursos hídricos envolvidos no processo evolutivo do agrohidronegócio, pois há de se considerar que tipo de manejo utilizado, intensidade de uso de fertilizantes e de agrotóxicos, que proporcionalmente estão sendo utilizados em maior quantidade e podem comprometer os recursos hídricos (ARMAS & MONTEIRO, 2005).

Do ponto de vista das pequenas bacias hidrográficas dentro da área de estudo, o mapa da figura 3 apresenta a situação da apropriação pela cana. Pode-se observar o percentual de área apropriada para cada sub-bacia em toda a área da UGRH 22. Nota-se também que há grande parcela da área total com altos índices de apropriação pela produção canavieira.

Nota-se que há em algumas áreas a apropriação total da bacia hidrográfica, o que empreende uma responsabilidade total ao setor produtivo sobre a qualidade e quantidade de água existente nestas bacias hidrográficas, visto que o sistema está inteiramente inserido neste processo

produtivo. Contudo, é necessário um acompanhamento mais eficiente sobre a saúde ambiental destes sistemas hidrológicos.

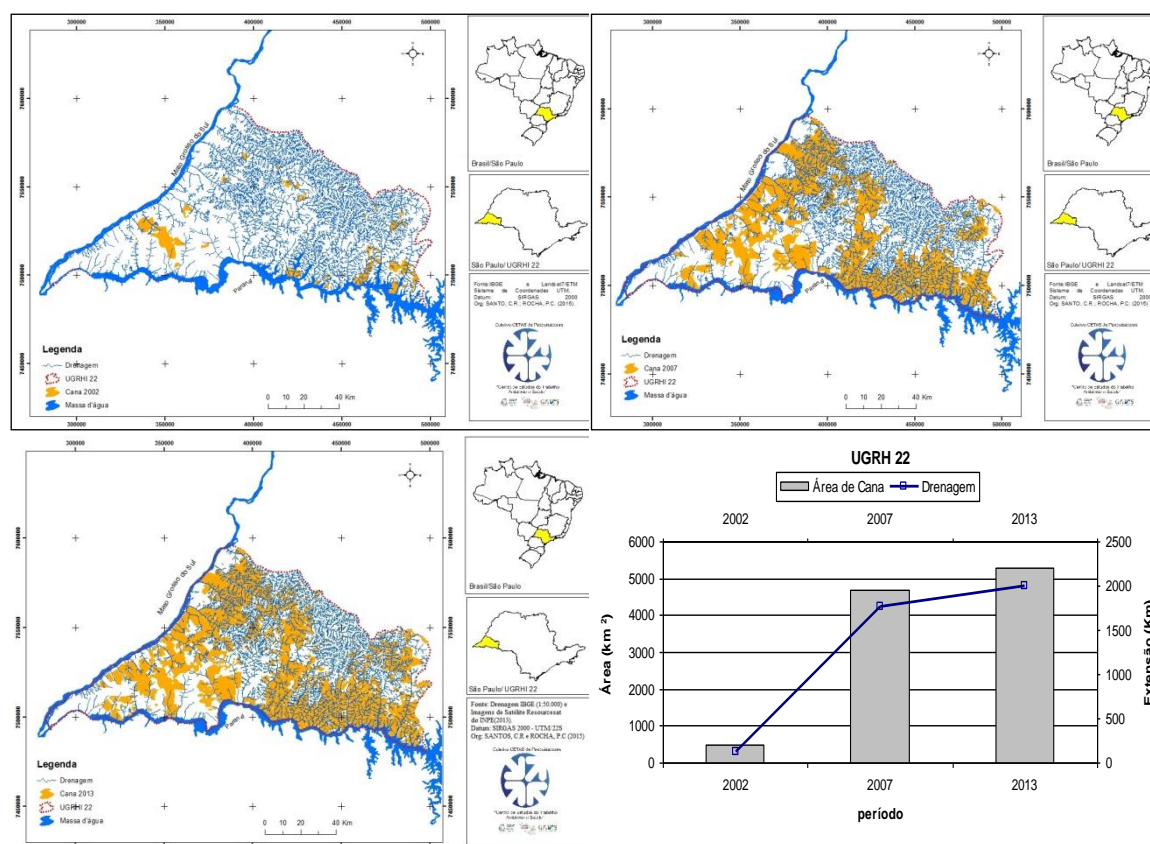


Figura 2 - Esboço da espacialização e gráfico da área de produção de cana de açúcar e extensão da rede de drenagem envolvida e gráfico representando quantitativamente a relação na UGRH 22, Pontal do Paranapanema.

Tabela 1 - Área de produção de cana e extensão da rede de drenagem envolvida. Dados relativos da figura 3. Área total UGRH 22: 11.838 Km<sup>2</sup>.

Área de produção de cana e extensão da rede de drenagem envolvida		
Ano	Cana Área (km <sup>2</sup> )	extensão da drenagem (km)
2002	478,00	128,83
2007	4.682,00	1.766,50
2013	5273,08	2.007,55

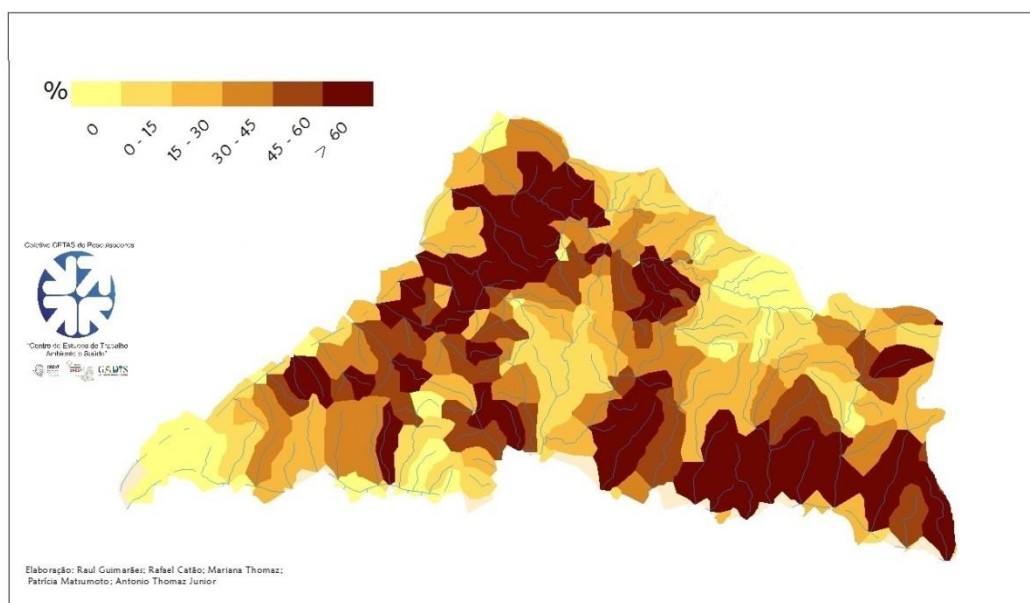


Figura 3 - Percentual de apropriação de bacias hidrográficas inseridas na UGRH 22.

Fonte: adaptado de CETAS (2015).

### ***Expansão da cana e os compartimentos do relevo***

Quanto à relação da rede de drenagem com o meio físico, torna-se importante o relacionamento com os padrões de dissecação mapeados (figura 1). A tabela 2 apresenta a extensão da drenagem em cada compartimento (índice) de dissecação e acumulação. Considerando a área total da UGRH 22 (11.838 Km<sup>2</sup>), os principais modelados são os modelados de topos convexos, com 5.908,09 Km<sup>2</sup> (49,77 %) e os de topo tabular, com 5.654 Km<sup>2</sup> (47,62 %).

As relações processuais da vertente e sistema hidrográfico são interdependentes. A partir do momento em que a vertente começa a ser ocupada pela retirada da cobertura vegetal, as relações processuais morfodinâmicas se alteram. Os solos são castigados por efeitos pluviais erosivos pelo aumento do fluxo superficial e conseqüente redução da infiltração. Com isso, o comportamento da descarga começa a ser alterado, com o início da torrencialidade da vazão, antes com maior controle pelo lençol freático. Os materiais erodidos são carregados da vertente para o canal, causando assoreamento (CASSETI, 1995). Tal fato é recorrente ao longo do tempo no Oeste Paulista.

É possível observar nestas áreas que houve expansão sobre praticamente todos os tipos de modelado de dissecação (Dc e Dt), com um pouco de maior intensidade para os modelados tabulares, de mais fácil mecanização (figura 4). Apesar das diferenças de padrões de formas do relevo não serem muito fortes, pode-se considerar que as áreas de topos convexos, o relevo

tende a ser mais colinoso, com maior densidade de drenagem e áreas mais inclinadas. Contudo, os resultados mostram que a apropriação não levou muito em consideração estas diferenças.

Tabela 2 – Índices de dissecação do relevo e evolução do plantio de cana de açúcar em 2002, 2007 e 2013.

Dc: relevo de topo convexo, Dt: relevo de topo tabular, Apf: relevo de acumulação fluvial.

Relevo Padrão de Formas	Índice Dissecação	Área (km <sup>2</sup> ) Ano 2002	Área (km <sup>2</sup> ) Ano 2007	Área (km <sup>2</sup> ) Ano 2013
<b>Apf</b>	----	1,77	71,95	98,93
<b>Dc</b>	12	1,20	40,93	42,66
	13	3,15	123,57	125,27
	14	17,03	101,37	105,38
	15	0	4,63	4,63
	22	84,03	322,9	424,97
	23	65,14	780,2	908,14
	33	15,65	0	528,20
	total	187,97	1.445,55	2.238,18
<b>Dt</b>	21	68,35	394,74	395,15
	22	221,23	1424,44	1503,50
	31	0	55,76	57,34
	32	63,32	303,8	426,71
	total	352,90	2.178,74	2.382,70

A preocupação nesse caso que se discute aqui está no contexto da necessidade de políticas públicas específicas no controle da degradação ambiental, visto a intensidade espacial e velocidade de implementação desta forma de apropriação do espaço. Mesmo considerando que estas áreas integram o ZAE, mas considerando também o estado de degradação e fragilidade do ambiente, há necessidade de atenção aos problemas ambientais e sociais decorrentes da monocultura intensa.

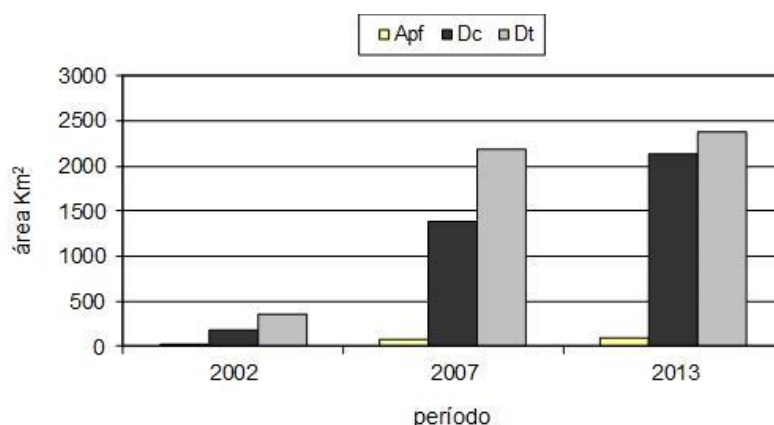


Figura 4 - Evolução da apropriação do relevo pela cana de açúcar na UGRH 22.



Em 2008 foi estabelecido em São Paulo o Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroenergético (SÃO PAULO, 2008). Foram consideradas inadequadas para o plantio as seguintes áreas: unidades de conservação de proteção integral, fragmentos de extrema importância biológica para conservação, zonas de vida silvestre das áreas de proteção ambiental, áreas com restrições edafoclimáticas para cana e áreas com declividade superior a 20%. Áreas adequadas, mas com restrições ambientais, incluem, por exemplo, zonas de alta vulnerabilidade de águas subterrâneas, conforme cita a nota técnica da ANA (2015) para a bacia do Paranapanema.

Segundo a análise deste zoneamento, que consta da nota técnica-diagnóstico da caracterização físico-biótica da UGRH Paranapanema (ANA), considerada a área com cana em 2013, foi constatado cerca de 6 mil hectares de cana em região considerada inadequada pelo Zoneamento Agroambiental. Outros 166 mil ha estão em área adequada com restrições ambientais. Áreas de cana adequadas, mas com limitações ambientais, e adequadas ocupam 298 mil ha e 277 mil ha, respectivamente. Cabe ressaltar que muitas destas áreas já estavam plantadas com cana antes do Zoneamento Agroambiental publicado em 2008. O pontal do Paranapanema se destaca por ser uma área onde a cana avança em boa parte de áreas com alguma restrição ou limitação. Também onde predominam médios e altos graus de fragilidade geoambiental (ANA, 2015).

#### **4. Considerações Finais**

Na região do Pontal do Paranapanema, foi observada grande expansão da cana de açúcar a partir de 2002, com aumento substancial da área de produção canavieira acompanhada de envolvimento espacial da rede de drenagem. Entre 2002 e 2013, a área plantada de cana aumentou em 11 vezes, e a extensão da rede de drenagem envolvida no processo produtivo em 15 vezes.

Foi observado também que há grande parcela da área total com altos índices de apropriação pela produção canavieira das sub-bacias hidrográficas.

Do ponto de vista das relações espaciais com aspectos do meio físico, a análise dos resultados iniciais apresenta um relevo regional com duas zonas morfogenéticas e hidrológicas dominantes, as quais impõem importante papel nos processos de dinâmica superficial. No domínio dos topos tabulares, onde se encontra a maior área dos municípios de Sandovalina e Teodoro Sampaio, há menor extensão da rede de drenagem, relevo mais aplainado e drenagens de baixo gradiente e menor ordenação fluvial dos rios principais. No domínio dos topos convexos, onde está a maior parte da área dos municípios de Santo Anastácio e Martinópolis, a extensão da rede de drenagem é bem maior e principalmente no que diz respeito à extensão relativa dos canais de baixa ordem, e maior ordem dos rios principais. O significado processual

desta conjuntura é que nos dois últimos municípios a tendência erosiva e de aporte de água, solutos e material particulado é bem mais intensa que nos dois primeiros municípios.

Quanto à evolução do processo produtivo (território da cana) sobre o relevo, foi possível observar na região de estudo que houve expansão sobre praticamente todos os tipos de modelado de dissecação (Dc e Dt), com um pouco de maior intensidade para os modelados tabulares, de mais fácil mecanização.

O entendimento de processos degradativos e de poluição por excesso de nutrientes ou contaminação por agrotóxicos poderá ser explicado considerando-se estas condicionantes.

### Agradecimentos

À FAPESP pelo apoio financeiro, processo Processo: 2012/23959-9; ao Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Recursos Hídricos e ao CETAS, FCT-UNESP, pelo apoio instrumental e logístico na execução dos trabalhos.

### Bibliografia

- ANA - Agência Nacional de Águas, (Ministério do Meio Ambiente, UGRH Paranapanema) (2015). Diagnóstico: caracterização físico-biótica, dinâmica socioeconômica, uso do solo e eventos críticos. Brasília – DF. *Nota Técnica*. 130 p.
- Armas, E.D. & Monteiro, R.T.R. (2005). Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. *Química Nova*, Vol. 28, No. 6.
- Braido, L.M.H., (2010). *Caracterização edafoclimática e proposta para a determinação do risco de redução de safra na região do pontal do paranapanema* – sp. Dissertação de Mestrado. PPGG, UNESP, Presidente Prudente-SP.
- Carvalho, A. R., Schlittler, F. H. M. & Tornisiello, V. L. (2000). Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, 23(5).
- Christofoletti, A., (1980). *Geomorfologia*. Edgard Blucher, São Paulo.
- CETAS, Centro de Estudos do Trabalho, Ambiente e Saúde. (2015). *Relatório Científico*. FCT/UNESP, FAPESP.
- D'ALGE. J. C.L. *Cartografia para Geoprocessamento*. (2003). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Brasil.
- Garcia, R.M., Trombeta, L.R., Nunes, R.S., Gouveia, I.C.M.C & Leal, A.C. (2013). Mapeamento geomorfológico da UGRH Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. In: *Anais do Workshop I.P.D.S.B.H.* Presidente Prudente-SP.
- Huang, S. L, Budd, W. W., Chan, S. L., Lin, Y. C. (2007). Stream Order, Hierarchy and Energy Convergence of Land Use. *Ecological Modelling*, 205:255-264.
- Jordão, C. O. & Moretto, E. M. (2015). A vulnerabilidade ambiental e o planejamento territorial do cultivo de cana-de-açúcar. *Ambiente e soc.* vol. 18 no.1 São Paulo.
- Leite, J. F., (1998). *A Ocupação do Pontal do Paranapanema*. São Paulo: Editora Hucitec.
- Novo, E. M. L. M. (1998). *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações*. 2ª edição. São José dos Campos, Ed. Edgard Blücher Ltda, 308p.

Osco, L.P. & Boin, M.N., (2013). Análise geoecológica da ughri-22 e os impactos ambientais ocasionados pela disposição inadequada de resíduos sólidos. *Colloquium Exactarum*, vol. 5, n. Especial, Jul-Dez, 2013, p. 173-181.

PNOT- Ministério da Integração Nacional, (2006). Documento base para a definição da Política Nacional de Ordenamento Territorial –(Versão preliminar), Brasília-DF.

Porto, M. F. A. & Porto, R.L. (2008). Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, 22 (63).

Ribeiro, N. V., Ferreira, L. G. & Ferreira, N. C. (2013). Avaliação da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no bioma cerrado e seus impactos sobre uso do solo e recursos hídricos. In: *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. ABRH. Bento Gonçalves-RS.

Rosa, R.; Brito, J. L. S. (1996). *Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica*, Uberlândia, 104p.

Santos, L.F.F., Guedes, I.C., Etchebehere, M.L.C. (2011). Análise neotectônica do pontal do paranapanema (sp) mediante aplicação de parâmetros fluviomorfométricos., *Geociências*, v. 30, n. 4, p. 491-507, São Paulo, UNESP.

SÃO PAULO, Secretaria do Meio Ambiente, (2008). *Resolução SMA - 88*, de 19-12-2008. Define as diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. 4p.

Schumm, S.A. (2005). *River variability and complexity*. Cambridge Un. Press.

Tucci, C. E. M. (1997). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).Press.

## **GOVERNANÇA E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: O USO DA ÁGUA E A SAÚDE PÚBLICA NA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DO PARÁ.**

M. Pimentel <sup>(a)</sup>, F. Costa <sup>(b)</sup> e E. Zucco <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Pará (Brasil).

<sup>(b)</sup> Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território e Departamento de Geografia, Universidade do Minho (Portugal)  
costafs@geografia.uminho.pt

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia, Universidade do Minho (Portugal)  
evelynzucco@gmail.com

### **Resumo:**

Apesar do avanço na legislação brasileira, os temas sobre governança na gestão dos recursos hídricos e a promoção da saúde são tratados de forma diferente nos vários contextos regionais, resultando em significativos problemas de acesso à água potável e, consequentemente, nos elevados índices de doenças de veiculação hídrica. O cenário para os municípios da zona costeira, nordeste do Estado do Pará, não é dos mais favoráveis no que se refere à sustentabilidade dos recursos hídricos. O reflexo é o quadro negativo da saúde da população e a configuração de um paradoxo que é não ter acesso à água na região de maior potencial desse recurso. Propõe-se, portanto, uma reflexão sobre a qualidade da água e saúde pública a partir de três componentes: o sistema de abastecimento de água, a rede coletora de esgoto e o manejo de resíduos sólidos.

**Palavras-chave:** Água, Saúde pública, Governança, Pará (Brasil).

### **1. Aspectos conceituais e teóricos: do recurso hídrico a sua gestão**

A água, como recurso hídrico, é um componente necessário para os principais setores socioeconômicos contribuindo para cada um deles de diferentes maneiras, além de ser vital na manutenção dos ecossistemas, cujas procura de água é determinada pelas necessidades de para manter ou restabelecer os benefícios para as pessoas (serviços) que as sociedades querem que o ecossistema forneça (WWAP, 2012). A pressão crescente sobre os diversos usos da água, designadamente nas regiões onde ela é mais escassa, ou onde a sua distribuição temporal é muito irregular, tem potencializado o desenvolvimento de hidro-conflitos (Costa, 2008; Boon, 1992). Tratando-se a água como um recurso partilhado pelos mais diversos setores de atividade, não pode deixar de estar sujeita a um regime complexo de utilização e jurisdição (Potier, 1986). A formulação de políticas de gestão da água, isto é, a definição do conjunto de medidas que permita a utilização do recurso nas melhores condições, de acordo com parâmetros físicos, econômicos, sociais e ambientais, não pode deixar de considerar as múltiplas vertentes que ultrapassam largamente os aspetos meramente hidrológicos e hidráulicos da disponibilização do recurso (Costa, 2008).

A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) tornou-se um conceito central na política da água e na governança (Hering e Ingold, 2012; Biswas, 2004; Lubell e Lippert, 2011). A *Global Water Partnership* referiu, na reunião do Fórum Mundial da Água em 2000, que a crise da água é muitas vezes uma crise de governança, pelo que essa deve ser identificada como uma das maiores prioridades da gestão da água. Desde então, a “governança” ganhou um lugar de destaque na agenda global de recursos hídricos (Mollinga, 2008). A governança da água refere-se à gama de sistemas políticos, sociais, econômicos e administrativos que estão em vigor para a gestão dos recursos hídricos e a prestação de serviços de água, em diferentes níveis da sociedade (GWP, 2009). É, portanto, um processo complexo que abrange as relações entre os governos e as sociedades, incluindo as leis, regulamentos, instituições e interações formais e informais que afetam as formas em que funcionam os sistemas de governança (Tortajada, 2010) fortemente dependente da escala geográfica (Blomquist e Schlager, 2005; Lebel, 2006; Norman, Bakker e Cook, 2012). Acresce a esta complexidade o fato da água ter uma variedade de funções e valores, que são muitas vezes manipulados por diferentes organizações e instituições abrigados pelas jurisdições geográficas e funcionais (Tropp, 2007) e, com diferentes e conflitantes interesses relativos à sua gestão (Lubell e Lippert, 2011; Leach e Pelkey, 2001). Nesta perspectiva, as questões relacionadas com a água precisam ser tratadas através de uma abordagem que visa a cooperação, responsabilidade conjunta e integração dos diferentes setores associados e *stakeholders* envolvidos neste processo. De acordo com a definição da United Nations Development Programme (GWP, 2009) a boa governança é caracterizada como participativa, responsável, transparente, ágil, eficaz e eficiente, equitativa e inclusiva. Assim, uma boa governança da água deve ser capaz de incluir instituições transparentes, democráticas, bem como serviços públicos eficientes e eficazes e com isso permitir uma estrutura adequada para decidir sobre as atividades de gestão que podem ser implementadas na unidade de planeamento dos recursos hídricos.

## **2. A Política de Recursos Hídricos no Brasil**

A lei nº 9.433/97 (Brasil, 1997) definiu instrumentos de gestão que são considerados as ferramentas necessárias para colocar em prática a Política Nacional de Recursos Hídricos (Porto, 2008) e garantir o "disciplinamento dos múltiplos usos da água, compatibilizando-os com os diferentes usos e ocupações do solo de uma bacia hidrográfica" (Leal, 2000). Ao analisar a verificamos que se leva em consideração fatores que vem de encontro as necessidades de uma boa gestão das águas no país. Em primeiro lugar, a gestão dos recursos hídricos e sua adequação às diversidades física, biótica, demográfica, econômica, social e cultural das diversas regiões do país., a integração com a gestão ambiental e sua articulação com o uso do solo previsto nos planejamentos de âmbito regional, estadual e nacional e os setores usuários. Em segundo lugar

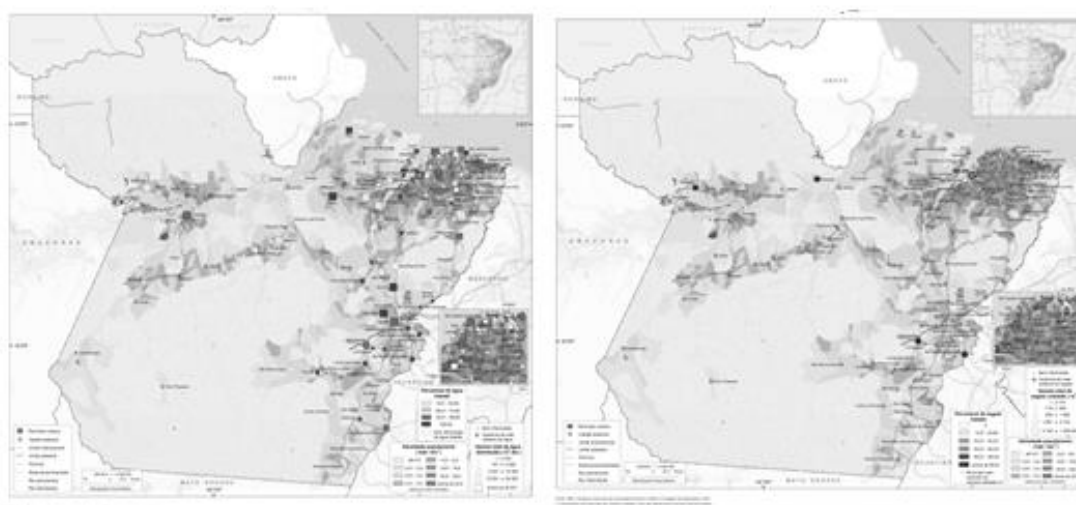
aponta a integração da gestão de bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras (Magalhães *et al.*, 2011).

A implementação de uma proposta de desenvolvimento sustentável pressupõe um compromisso das autoridades locais com a qualidade de vida da população, como também procura ampliar o grau de inserção social, a sustentabilidade socioambiental, a equidade social, incluindo, entre outros, a promoção da saúde, o estabelecimento de conexões entre ambiente e saúde, e consequentemente entre desenvolvimento sustentável e promoção da saúde (Pozzer, Cohen e Costa, 2014). As especificidades de cada cidade brasileira nas suas mais diversas regiões e com as suas peculiaridades de desenvolvimento agregam complexidade às abordagens de gestão local e tornam ainda mais relevante o vínculo entre desenvolvimento sustentável e promoção da saúde, indicando a importância de estratégias de construção de territórios sustentáveis. Por isso a implantação de políticas públicas saudáveis e sustentáveis nas agendas locais da gestão municipal configura-se como ação estratégica fundamental para o desenvolvimento das cidades brasileiras (Cohen, 2004). Nesse sentido, verifica-se que o Brasil tem envidado esforços para implementar a gestão integrada de recursos hídricos, estimulando a utilização sustentável da água e a gestão dos ecossistemas, incorporando a gestão do das águas e do saneamento nas suas políticas e incluindo essa temática nos seus planos diretores (Pozzer, Cohen e Costa, 2014). Apesar do avanço na legislação brasileira, os temas sobre governança na gestão dos recursos hídricos e a promoção da saúde são tratados de forma diferente nos vários contextos regionais, resultando em significativos problemas de acesso à água potável e, consequentemente, nos elevados índices de doenças de veiculação hídrica.

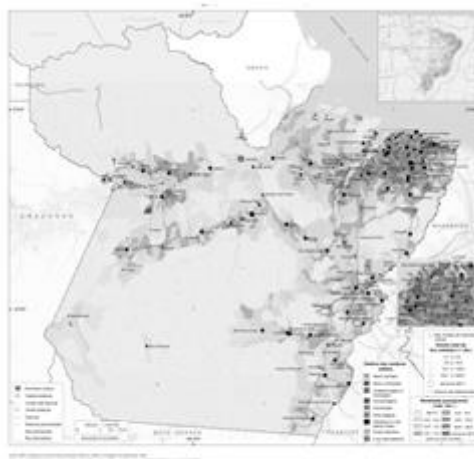
### **3. A gestão da água na zona costeira do Estado do Pará – a pressão antrópica e os impactos sobre os recursos hídricos**

A água, na Amazônia, sempre desempenhou um papel central como um bem público (Becker e Stenner, 2008). É importante como suporte dos ecossistemas litorâneos e continentais, que permitem a reprodução social, econômica e cultural dos povos que vivem na região, especialmente os povos e comunidades tradicionais.

Nas regiões Centro-Oeste e Norte os serviços e infraestruturas ligados à água são precários ou inexistentes. Mesmo sendo regiões de baixa densidade demográfica, a falta dos serviços de saneamento afetam a população e o ambiente. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), no ano de 2008, dos 449 municípios da Região Norte apenas 60 possuía rede de esgoto. No Estado do Pará estava a maior carência, pois dos seus 143 municípios 94% não dispunham dessa infraestrutura. Esse dado é reforçado com a observação da figura 1, que mostra a concentração dos serviços básicos na região metropolitana de Belém e municípios do nordeste do estado.



**A- Rede de Abastecimento de água-PA      B- Rede de coleta de esgoto-PA**



**C- Manejo de resíduos sólidos-PA**

Figura 1 - Estado do Pará: abastecimento de água, rede de coleta de esgoto e manejo de resíduos sólidos, respectivamente. Fonte: Atlas de Saneamento, IBGE (2011).

O levantamento das informações municipais, disponíveis no Atlas de Saneamento do IBGE (2011) evidencia as deficiências de tais serviços e os impactos negativos sobre os recursos hídricos, e consequentemente, em outros setores da vida social, econômica e cultural das populações locais, no caso desse artigo, das comunidades tradicionais da zona costeira paraense. A zona costeira do Estado do Pará envolve 39 municípios, divididos em três setores (figura 2).

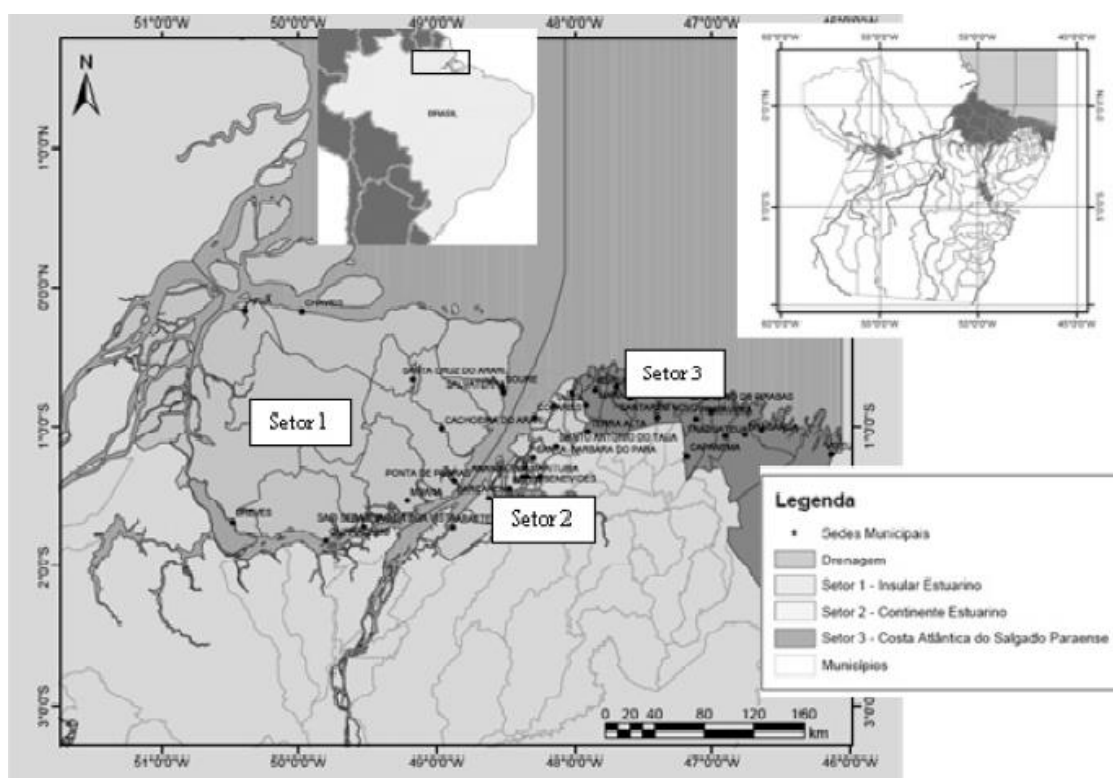


Figura 2 - Delimitação dos setores da Zona Costeira do Estado do Pará Fonte: Slazfstein, 2009.

O Setor 1 abrange o arquipélago do Marajó e 12 municípios. O setor 2 que compreende 10 municípios da região metropolitana de Belém e o setor 3 que corresponde aos 17 municípios do nordeste paraense, destacados nessa pesquisa, são eles: Augusto Corrêa, Bragança, Tracuateua, Salinópolis, São João de Pirabas; Primavera; Santarém Novo; Maracanã, Marapanim, Curuçá, Vigia, Colares, Magalhães Barata, São Caetano de Odivelas, São João da Ponta e Quatipuru. São esses últimos, o objeto desse estudo de caso. O setor 3, está localizado na mesorregião do Nordeste Paraense e apresenta uma população de 505.609 habitantes, de acordo com o Censo do IBGE (2011). Isso representa um pouco menos que 7% da população do Estado do Pará (7.581.517 habitantes), no entanto, apesar do baixo número, essa é a segunda região mais povoada do Estado. Embora seja uma área relativamente pouco atingida por processos intensivos de degradação, como os que ocorrem no sul e sudeste do Estado em decorrência do agronegócio, mineração e expansão urbana, os problemas apontados por Santos, Gorayeb e Bastos (1999) MNC, pressionam os recursos naturais de forma gradativa (tabela I).



Tabela I - Relação entre o tipo de pressão antrópica e os impactos sobre os recursos hídricos na Zona Costeira do Nordeste Paraense. Fonte: Adaptado de Santos, Gorayeb e Bastos (1999).

<b>Tipo de pressão</b>	<b>Tipo de impacto sobre os recursos hídricos</b>
Crescimento urbano desordenado de algumas cidades costeiras	Lançamento de esgotos nos rios e igarapés
Especulação imobiliária em áreas de preservação permanente (APP)	Aterramento dos canais de drenagem
Existência de uma significativa malha rodoviária de acesso à cidade de Belém e de interligações entre as cidades costeiras e os demais núcleos urbanos da região nordeste do Estado.	Obstrução do curso dos rios e igarapés. No período das cheias, as águas dos rios inundam as rodovias, onde não foram construídas pontes ou tubulações para escoamento da água.
Implantação inadequada de infraestrutura de acesso (rodovias) às áreas de expressivo potencial turístico (praias), através do aterramento de manguezais, pesca e agricultura predatória.	Obstrução do curso de igarapés, por vezes, levando ao seu desaparecimento. Impacto sobre a fauna e flora aquática; Interferência na capacidade de infiltração da água no solo
Exploração indiscriminada de minério classe II, (areia, argila, pedra, etc.).	Assoreamento dos rios e contaminação da água

### **3.1. Os serviços de abastecimento de água, coleta de esgoto e manejo de resíduos sólidos nos municípios da zona costeira paraense: análise quantitativa**

A avaliação da eficiência e da qualidade do abastecimento de água ocorre a partir da implantação de uma rede de distribuição. Entende-se que dessa forma, o controle de qualidade da água, as especificações dos poços de exploração e a própria manutenção de toda a estrutura de distribuição são parâmetros que qualificam o abastecimento. No Brasil, grande parte das populações dos municípios é atendida por rede de abastecimento. Isso reflete também a realidade do Pará. Porém, outras formas de captação da água são utilizadas, como os poços e as nascentes. Há ainda formas de uso direto da água dos igarapés e dos lagos. Na análise desse aspecto nos municípios da zona costeira paraense, observa-se que em alguns municípios como Augusto Correa, Quatipuru, Tracuateua, Vigia e Vizeu, a construção do poço da própria residência é a forma mais usada para ter acesso a água para consumo, como mostra a figura 3.

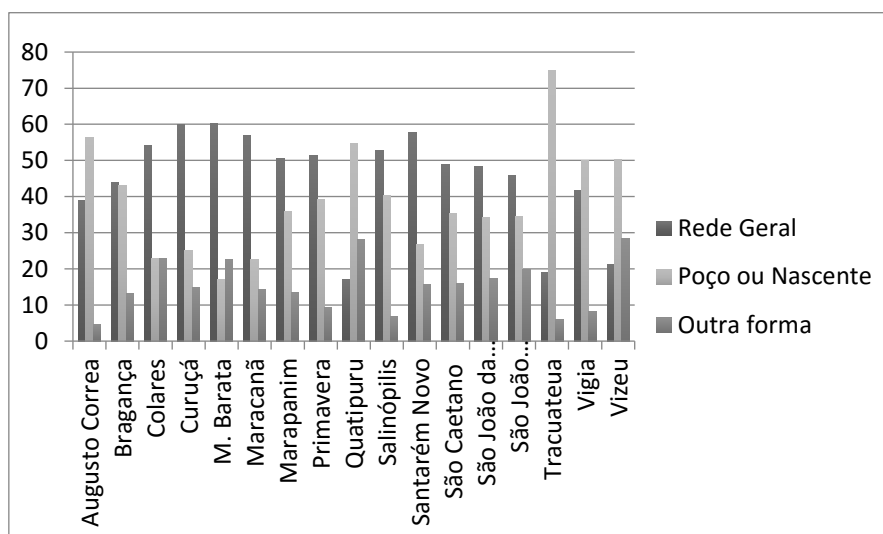


Figura 3 - Formas de captação para abastecimento de água nos municípios da zona costeira paraense.

Fonte: Atlas de Saneamento, IBGE, 2011.

Em relação à instalação de rede geral para captação de esgoto, conclui-se que é consideravelmente baixa nessa região, como mostra a figura 4, prevalecendo o uso da fossa rudimentar para todos os municípios, a exceção de São João de Pirabas onde o tipo vala é mais usual para despejo dos esgotos domésticos. Nos dois últimos casos, a contaminação dos corpos hídricos é inevitável e assim como os problemas de saúde pública.



Figura 4 - Tipo de instalação utilizada para coleta de esgoto para os municípios da zona costeira (setor 3) paraense. Fonte: Atlas de Saneamento, IBGE, 2011.

Quanto aos resíduos sólidos, o quadro segue a mesma tendência, (figura 5).

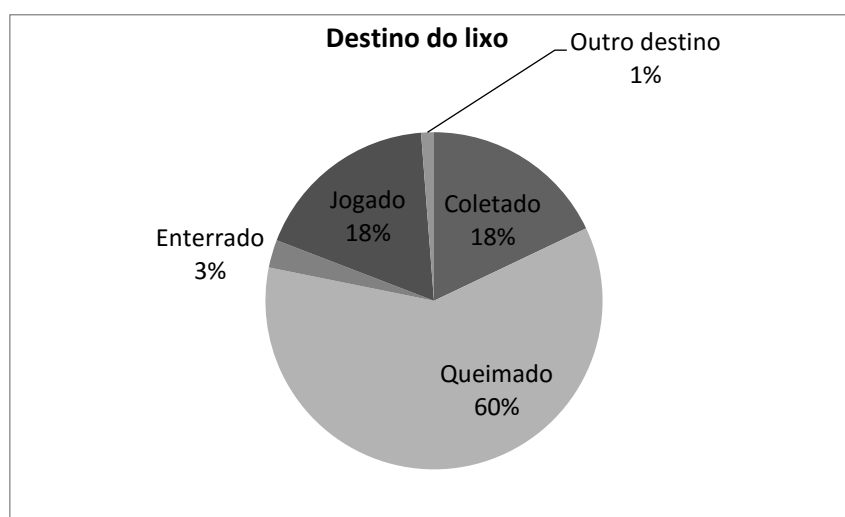


Figura 5 - Destino final dos resíduos sólidos: municípios da zona costeira paraense (setor 3). Fonte: Atlas de Saneamento, IBGE, 2011.

A prática da queima dos resíduos não é recente, sendo utilizada pelas comunidades tradicionais como herança dos seus ancestrais. No entanto, o volume e o tipo desses resíduos acompanharam o crescimento industrial e o apelo ao consumo. Se no passado predominavam o lixo orgânico, portanto, de mais rápida decomposição. Desde o final do século XX, esses resíduos (orgânicos e não orgânicos) geram um grande volume nos aterros sanitários ou lixões a céu aberto. Esse tem sido o destino normalmente adotado pelo poder público municipal, após a coleta nas residências.

### 3.2. A relação entre o saneamento e a promoção da saúde pública

Para Soares, Bernardes e Cordeiro Netto (2002), é compreensível o planejamento dos sistemas de saneamento em centros urbanos, aponta para os impactos positivos sobre a saúde pública e sobre o meio ambiente, incluindo nesse conceito de saneamento, os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a coleta e disposição de resíduos sólidos, a drenagem urbana e o controle de vetores. Os efeitos prováveis decorrentes de um sistema de abastecimento de água são geralmente positivos, por constituir um serviço que assegura melhoria e bem-estar da população. Embora o autor considere também que no sistema de abastecimento de água, por exemplo, as substâncias incluídas para o tratamento podem, em excesso, ter efeitos negativos sobre a saúde da população. Essa é uma discussão ampla e nesse especto, optou-se por apresentar a

ausência ou ineficiência dos serviços básicos de saneamento e a relação com a saúde, em especial, as infecções transmitidas pela água mal tratada (tabela II).

Tabela II - Infecções relacionadas com o saneamento (água e excretas). Fonte: Adaptado de Mara e Feachem (1999).

<b>Categoria</b>	<b>Estratégia de controle</b>
Doenças do tipo feco-oral (transmissão hídrica ou relacionada com a higiene)	Melhora da quantidade, disponibilidade e confiabilidade da água (abastecimento de água), no caso das doenças relacionadas com a higiene; Melhora da qualidade da água (tratamento de água), para as doenças de transmissão hídrica; Educação sanitária. Ex.: Hepatite A, E e F, Poliomielite, Cólera, Disenteria bacilar, Amebíase, Diarréia por <i>Escherichia coli</i> e rotavírus, Febre tifóide, Giardíase e Ascaridíase.
Doenças baseadas na água	Diminuição do contato com águas contaminadas; • Melhora de instalações hidráulicas; Sistemas de coleta de esgotos e tratamento dos esgotos antes do lançamento ou reuso; Educação sanitária. Ex.: Leptospirose e Esquistossomose.

Na correlação das informações sobre saneamento (abastecimento de água, coleta de esgoto e manejo de resíduos sólidos, figuras 3, 4 e 5) com o número de internações por doenças infecciosas e parasitárias (figura 6) para a área desse estudo, tem-se que o número é elevado na faixa etária que compreende as crianças até 14 anos. Esse grupo é mais vulnerável por estarem mais expostos às águas contaminadas e precárias condições de higiene, seja pelo que ingerem ou no contato com a água durante o lazer.

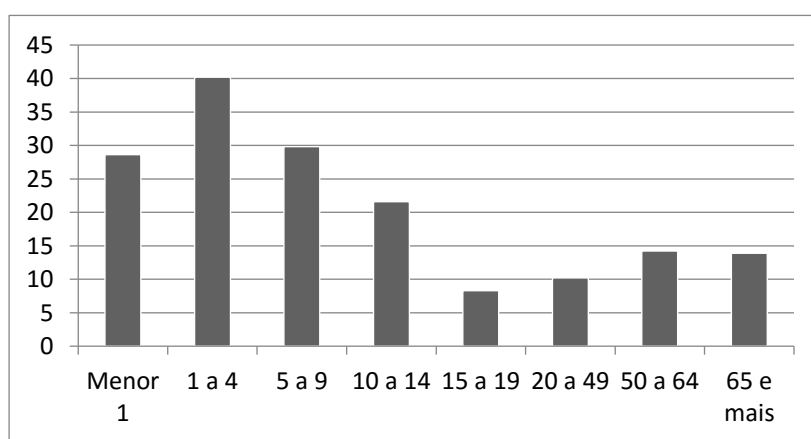


Figura 6 - Percentagem de internações por doenças infecciosas e parasitárias, por faixa etária. Média dos 17 municípios da zona costeira paraense, setor 3. Fonte: SIH/SUS. Situação da base de dados nacional em 03/05/2010.

A correlação dos gráficos e das tabelas apresentados, torna possível a avaliação qualitativa sobre a qualidade da água e à exposição às doenças de veiculação hídrica.

Observa-se que a falta de tratamento do esgoto, ou mesmo de um sistema de coleta, oferece risco à saúde. O descarte indevido dos resíduos sólidos e o chorume dos resíduos orgânicos acrescentam-se aos problemas ambientais já mencionados anteriormente.

As comunidades tradicionais estão incluídas nesses números. As consequências são maiores para esse grupo que depende da pesca e da coleta de caranguejo. A produção do esgoto da área urbana do município é escoada pelos igarapés em direção ao manguezal, contaminando os produtos gerados nesse ecossistema. Muitas vilas rurais onde estão essas comunidades não tem acesso à água tratada, uma vez que a rede de abastecimento está na zona urbana. A coleta de resíduos sólidos nessas vilas, quando existe, é realizada uma vez por semana, isso explica o elevado percentual pela opção de queimar o lixo, como foi visto anteriormente.

#### **4. Considerações finais**

O rio e a bacia hidrográfica constituem a base do território hidrológico e por isso devem ser abordados na perspectiva da gestão integrada dos recursos hídricos entendida como o procedimento organizado com vista à adoção das melhores soluções na articulação entre a satisfação das diferentes necessidades e usos da água e a conservação e valorização do ambiente e do recurso água (Costa, 2008; Neves e Ramos, 2000). A proposta pela gestão integrada da bacia hidrográfica é uma alternativa para mitigação dos problemas apresentados e planejamento territorial da zona costeira, sobretudo pela abordagem sistêmica inerente ao estudo da bacia. A política dos recursos hídricos recomenda a bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão em detrimento de outras unidades político-administrativas, porque é nesta unidade territorial que ocorre a dinâmica das águas, além de possibilitar o envolvimento dos atores sociais, na decisão dos objetivos de qualidade e o ritmo de progresso na consecução, mediante a fixação do valor a ser cobrado pelo uso da água, compatibilizando-o com os demais aspectos de desenvolvimento (Foleto e Costa, 2014).

Os Planos de Bacia Hidrográfica são ferramentas de gestão integrada de recursos hídricos que incorporam os valores de desenvolvimento sustentável da cidade e pelo qual o governo municipal deve envolver a comunidade em todo o processo de sua elaboração, pois o compromisso da população na sua construção promove o empoderamento desta para uma efetiva participação da comunidade como ator social ativo e reconhece-a com tendo sujeitos conscientes de sua responsabilidade na tomada de decisão junto aos

gestores do município (Cohen, 2004). O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Brasil criado pela Lei 9.433/1997 é um instrumento importante na gestão das águas, além de promover a integração adequada entre o plano diretor da cidade e o plano de recursos hídricos. Essa conexão pode regularizar os usos da água na bacia e atribuir as competências e as responsabilidades para os agentes (Estado e empresas privadas) na recuperação da qualidade da água para as comunidades locais.

O cenário para os municípios da zona costeira, nordeste do Estado do Pará, não é dos mais favoráveis no que se refere à sustentabilidade dos recursos hídricos. O reflexo é o quadro negativo da saúde da população e a configuração de um paradoxo que é não ter acesso à água na região de maior potencial desse recurso. A questão talvez não seja quanto aos aparatos legais, porque esses já estão construídos. O problema parece estar nas ações da esfera política e no jogo que envolve os interesses do público e do privado.

## 5. Bibliografia

- Becker K, Stenner, C. (2008). *Um futuro para a Amazônia*. Oficina de Textos. São Paulo.
- Biswas, A. K. (2004). Integrated Water Resources Management: A Reassessment. *Water International*; 29(2):248–256.
- Blomquist, W, Schlager, E. (2005). Political Pitfalls of Integrated Watershed Management. *Society & Natural Resources* 2005; 18(2):101–117.
- Boon, P. J. (1992). Essencial Elementes in the Case for River Conservation. In: Bonn, Calow & Petts (Eds.) *River Conservation and Management*, John Wiley & Sons, 11-33.
- Brasil. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (1997). Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Diário Oficial da União* 1997; 8 de janeiro.
- Cohen, S. C. (2004). *Habitação Saudável como Caminho para a Promoção da Saúde* [Tese]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 167 p.
- Costa, F. S. (2008). *A Gestão das Águas Públicas: o caso da bacia hidrográfica do rio Ave no período 1902-1973* [Tese]. Universidade do Minho, Braga, 861 p.
- Foleto, E. M., Costa, F. S. (2014). A implantação dos instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos no estado do Rio Grande do Sul/BR. In: Actas do 12º Congresso da Água, do 16º Encontro Nacional de Engenharia Sanitária (ENASB) e do XVI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (SILUBESA); 2014; Lisboa. 13 p.
- Global Water Partnership (2009). *A Handbook for Integrated Water Resources Management in Basins*. Sweden, Global Water Partnership (GWP) and the International Network of Basin Organizations (INBO), 104 p.
- Hering, J. G., Ingold M. K. (2012). Water Resources Management: What Should Be Integrated? *Science* 8 (336):1234-1235.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011). IBGE, Atlas de Saneamento, Rio de Janeiro.
- Leach, W. D., Pelkey, N. W. (2001). Making watershed partnerships work: A review of the empirical literature. *Journal of Water Resources Planning and Management* 127(6):378-385.
- Leal, A. C. (2000). *Gestão das águas no Pontal do Paranapanema* [Tese]. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

- Lebel, L. (2006). The politics of scale in environmental assessment. In *Bridging Scales and Knowledge Systems: Concepts and Applications in Ecosystem Assessment 2*, eds W.V. Reid, F. Berkes, T.J. Wilbanks, and D. Capistrano, p. 37-57.
- Lubell, M., Lippert, L. (2011). Integrated regional water management: a study of collaboration or water politics-as-usual in California. *International Review of Administrative Sciences* 77(1):76–100.
- Magalhães, S. C. M., Magalhães, M. A., Costa, F. S., Nossa, P., N. S. (2011). O gerenciamento das bacias hidrográficas no Brasil e em Portugal – Um contributo atual, In: *Atas do XIV Congresso Mundial da IWRA e 10º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa*,. Porto de Galinhas, 19 p.
- Mara, D. D., Feachem, R. G. A. (1999). Water- and excreta-related diseases: Unitary environmental classification. *Journal of Environmental Engineering* 125:334-339.
- Mollinga, P. P. (2008). Water, politics and development: Framing a political sociology of water resources management. *Water Alternatives* 1(1):7-23.
- Neves, E. B., Ramos, C. M. (2000). Gestão Ambiental de Recursos Hídricos. O Caso do Estuário do Guadiana. In: *Atas do 1º Congresso sobre Aproveitamento e Gestão de Recursos Hídricos em Países de Idioma Português*, Rio de Janeiro, 11 p.
- Norman, E. S., Bakker, K., Cook, C. (2012). Introduction to the themed section: Water governance and the politics of scale. *Water Alternatives* 5(1):52-61.
- Porto, M. F. A., Porto, R. L. (2008). Gestão de Bacias hidrográficas. *Estudos avançados* [online]; 22(.63):43-60.
- Potier, M. (1986). L'eau dans le cadre d'une gestion intégrée des ressources naturelles, *Atas do Seminário Organizado pela Secretaria do Ambiente e dos Recursos Naturais e pelo Instituto Europeu da Água*, Lisboa, SEARN, 16 p.
- Pozzer, C. P. , Cohen, S. C, Costa, F. S. (2014). O marco de ação de Hyogo aplicado à gestão de risco de inundação no Brasil e em Portugal. *Territorium* 21:49-70.
- Santos, J. U. M., Gorayeb, I. S., Bastos, M. N. C. (1999). *Diagnóstico para avaliação e ações prioritárias para conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha Amazônica*. Belém, MMA. Probio.
- Soares, S. R. A., Bernardes, R. S., Cordeiro Netto, O. M. (2002). Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 18(6):1713-1724.
- Tortajada, C. (2010). Water Governance: Some Critical Issues, *International Journal of Water Resources Development* 26(2):297-307.
- Tropp, H. (2007). Water governance: trends and needs for new capacity development. *Water Policy* 9(2):19–30.
- World Water Assessment Programme (2012). *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk*. WWAP, Paris, UNESCO.

# A CONTAMINAÇÃO DOS SOLOS E A GESTÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

J. R. Costa <sup>(a)</sup>, S. Manfredini <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Solos/Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria  
jessicacosta@outlook.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo  
sidmanfredini@gmail.com

## Resumo

Apesar das dificuldades das características naturais, a margem direita do Tietê tornou-se atrativa as pessoas que saíam do centro da cidade em meados do século XX. A adequação desta área à construção, ocorreu através de aterros com materiais diversificados, sobre uma dessas áreas houve a implantação do Shopping Center Norte, empreendimento que ganhou nos últimos anos a atenção dos órgãos de controle ambiental devido a detecção de gases que poderiam ocasionar explosões. Esse é um caso emblemático das deficiências do modelo de gestão ambiental, que tem se reproduzido em outras cidades, potencializando o passivo ambiental no território nacional. O propósito da pesquisa foi identificar possíveis origens desses elementos no solo. A evolução no uso e ocupação da área, indica que grande quantidade do material de aterro originou-se de obras públicas cujo descarte foi autorizado pelo governo e que, no presente verifica-se o lançamento clandestino de esgoto doméstico.

**Palavras chave:** Pedologia; urbanização; contaminação;

## 1. Introdução, objetivo e justificativa

O planejamento, administração, legislação e fiscalização necessários ao ordenamento da apropriação do espaço durante o processo de urbanização, requerem um conhecimento das relações funcionais dos diferentes componentes da paisagem natural. Infelizmente estas informações quase nunca estão disponíveis em escalas adequadas, ou em forma compreensível aos agentes responsáveis pela definição e gestão de políticas públicas, no Município de São Paulo.

A desarticulação entre os poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, mas acima de tudo a dos diferentes órgãos do Executivo, favorecem a manutenção dessa situação, coibindo o poder de planejamento e fiscalização da gestão municipal.

No caso da região metropolitana de São Paulo, a paisagem urbana foi sendo construída no âmbito do projeto de implantação de um parque industrial, em um país de economia periférica, financiado pelos excedentes de capital gerados pela atividade agrícola e investimentos externos, no qual a mão de obra podia ser considerada descartável, uma vez que podia ser prontamente substituída por novo fluxo migratório. Dentro desta perspectiva, a cidade de São Paulo foi crescendo em equilíbrio, que só era rompido pelo impacto de eventuais instabilidades na economia mundial. O fato de, desde o início, a implantação desse parque industrial nas várzeas ter ocasionado a poluição



das águas e intensificação das cheias não era relevante, porque não onerava efetivamente o sistema produtivo. Os dejetos industriais lançados diretamente sobre os cursos de água e sobre o solo geraram um passivo ambiental sem precedentes

A população que coabitava essas várzeas e era afetada pela degradação ambiental, sendo constituída pela tal mão de obra descartável, também apostava no desenvolvimento deste parque industrial como meio de ascensão social.

Quando se observa hoje, a região Metropolitana de São Paulo (RMSP), com cerca de 20% da população morando em favelas, com seus mais de 400 pontos de inundação, com suas áreas de risco de deslizamento, com suas águas superficiais totalmente poluídas, com lençol freático rebaixado e contaminado, com déficit de água per capita, onde se tem sobrevivido a invernos com níveis críticos de poluição e de umidade relativa do ar, pode-se concluir que os meios com que o conjunto da sociedade construiu esse espaço, não contou com o suporte técnico-científico adequado, que assegurasse sua sustentabilidade a longo prazo.

Entretanto, parece importante voltar o olhar para as áreas urbanas, visto que o solo urbano é suporte para as mais variadas atividades que culminam em alterações de suas propriedades físicas, químicas e morfológicas, que vão afetar suas funcionalidades. Pensando nas mais comuns utilidades dos solos em áreas urbanas, são válidos os excertos de Pedron (2005) sobre os solos urbanos enquanto suporte a obras civis, as áreas verdes, local de descarte de resíduos e também como responsável pela filtragem e armazenamento de água e outras substâncias. Uma das vulnerabilidades dos solos que é maximizada em áreas urbanas é o potencial de contaminação decorrente das sobreposições dos mais diferentes materiais. O impacto destas intervenções sobre o solo será fortemente contingenciado pelas características naturais do sítio em que elas se dão.

A dinâmica no uso e ocupação da terra, fortemente marcada pela especulação imobiliária, em uma cidade como São Paulo, tão complexa pelo tamanho e pela diversidade das atividades que nela se desenvolvem e que, no mais das vezes, não levam em conta a capacidade de suporte que o meio físico propõe, tem colocado em risco a população e a própria manutenção das atividades econômicas

Os primeiros aterros destinados a receber dejetos de indústrias passaram a operar somente no final da década de 90 no Município de São Paulo. Até então, estes dejetos eram dispostos aleatoriamente e frequentemente utilizados para regularizar as superfícies e torna-las adequadas à edificação.

A região leste do Município de São Paulo, no alto curso do rio Aricanduva, pela proximidade com o importante polo industrial São Bernardo dos Campos/Santo André, acabou se constituindo em local preferencial para o descarte clandestino de dejetos de produtos altamente tóxicos e reativos. Isto provocou uma intensa desvalorização destas áreas, das quais os governos estadual e

municipal se aproveitaram para implantar conjuntos habitacionais populares. Sem providenciar a necessária remediação e nem mesmo obras de contenção para a devida estabilização dos taludes, colocou-se em risco uma população extremamente vulnerável. O chorume que continua a percolar destes lixões, faz do Aricanduva o rio mais poluído de São Paulo.

A região do shopping Center Norte na zona norte da cidade é emblemática das deficiências das políticas públicas no que concerne a gestão ambiental. O sítio onde está implantado este empreendimento se constitui em ampla planície fluvial, formada pelo processo de meandreamento do rio Tiête ao longo do tempo. Esta planície fluvial apresenta estruturas de contenção hídrica, como depressões, que ampliam sua capacidade de dissipação da energia das águas que chegam de montante e concorrem para a regularização da vazão à jusante, o que possibilitou a ocupação da área central da RMSP. Ao exercer a função de amortizar a vazão do volume que recebe, se torna passível de considerável aporte e mobilização de materiais, tanto sedimentos naturais, quanto dejetos industriais e domésticos.

A planície fluvial e a mata ciliar a que ela dá suporte, são classificadas como Área de Proteção Permanente (APP) pelo Código Florestal (1965), porém, desde 1934 já havia preocupação de viés ambiental ao ser posta a necessidade das “florestas protetoras” para rios, lagos e áreas de encostas. A lei 4.771/65 avançou em relação à sua anterior ao estipular que os produtores deveriam preservar/ recompor 30 metros de vegetação das margens dos rios com até 10 metros, sofrendo alterações com a PL 1.876/99 e com a lei 12651/2012.

A progressiva ocupação desta área tem implicado na ampliação e multiplicação das manchas de inundação na região central do município, tornando necessárias, onerosas e repetidas intervenções mitigadoras.

A proximidade do lençol freático associada a instabilidade dos materiais superficiais, colocam em risco as edificações e infraestrutura implantadas, enquanto a exposição contínua aos contaminantes afeta a saúde dos habitantes.

Esta área dava suporte a atividade pesqueira e extração de areia até a primeira metade do século XX. Por ser considerada insalubre, era extremamente depreciada. Com a expansão e adensamento da mancha urbana do município de São Paulo, esta região próxima ao centro, passou a ser alvo da especulação imobiliária, que priorizava áreas menos valorizadas como as depressões. A regularização destas superfícies foi se dando através de aterros com resíduos inertes, lixo doméstico e solos contaminados, oriundos principalmente de obras de infraestrutura implementadas pelo próprio governo, como a do metro.

O empreendimento Shopping Center Norte se insere neste contexto. Implantado sobre uma depressão natural submetida a aterro, começou, pouco tempo depois de sua inauguração a apresentar problemas como abatimento do terreno que comprometia sua estrutura e a produção

de gases derivados da decomposição da matéria orgânica, que além de tóxicos representavam riscos de explosões e incêndios.

Ao longo dos últimos anos o terreno do Center Norte, assim como algumas construções do seu entorno passaram a ser monitoradas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), a partir de suas diretrizes de 2005.

Esse órgão, faz regularmente solicitações de relatórios sobre a situação da área. Os relatórios são gerados por empresas contratadas pelos responsáveis pelos empreendimentos e devem constar da descrição evolutiva da concentração de determinados elementos no solo. Não há nesses documentos definição da origem dessas substâncias de maneira contundente, porém sempre é citado o fato da área ter recebido descartes variados de resíduos por parte da população do entorno até a década de 70, período no qual o local foi aterrado. Ciente dessa situação, a pesquisa buscou analisar as prováveis origens dos elementos bário, boro, cobalto, níquel, alumínio e ferro, encontrados acima dos valores de referências. Foi realizada a análise dos relatórios da CETESB que apontavam como causa da contaminação local, antigos depósitos de variados resíduos por parte da população local, sem levarem em conta outras fontes mais relevantes, principalmente possíveis fontes de contaminação decorrentes de material de aterro, cujo descarte foi autorizado pelos órgãos públicos.

Acreditando ser importante o estudo dos solos urbanos enquanto resultado da interação dos processos naturais e de origem antrópica sobre os fatores de formação que afetam as funcionalidades da cobertura pedológica e comprometem os serviços ambientais por ela prestados. Assim sendo, procurou-se, através de estudo do caso da área ocupada pelo Shopping Center Norte, caracterizar os vetores que concorreram para a degradação ambiental e que hoje comprometem a qualidade de vida da população.

## **2. Metodologia**

Procedeu-se um levantamento de fontes primárias sobre os aspectos naturais e do uso e ocupação da área. As fotografias aéreas são ferramentas importantíssimas nesse processo, além disso, outras fontes cartográficas como mapas feitos anteriormente sobre a ocupação, cartas topográficas e de outros dados físicos também são de grande valia. No trabalho oral apresentado, foram utilizadas fotografias aéreas na escala 1:25.000 dos anos de 1952 e 1964 e mapas de uso e ocupação da terra de 1924, 1943 e 1951.

Compreender como se encontra espacializado o relevo local é imprescindível, já que a declividade do terreno e formas de vertente condicionam os fluxos de água. Para o mapeamento foi utilizada como base as cartas topográficas da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA, 1981) com equidistância de 20 metros.

Todas as etapas desse trabalho foram fundamentais para seu resultado, mas sem dúvidas o acesso aos relatórios da CETESB sobre a área é uma peça chave. Uma das etapas ao longo dessa pesquisa foi o agendamento de visitas a Cia para acessar os relatórios gerados sobre o Center Norte, a Expo Center Norte e o Conjunto Habitacional Zaki Narchi. As consultas aos dados foram realizadas em dois momentos.

Os documentos são constituídos por relatórios de empresas particulares contratadas por responsáveis legais pelos empreendimentos mantidos na Cidade Center Norte e pela prefeitura por meio da Secretaria de Habitação. A empresa Environ foi a responsável pelas análises dentro da Cidade Center Norte. Cada um dos três locais possui um processo independente, com diversos volumes.

### **3. Resultados e discussões**

Ao realizar o estudo sobre o uso e ocupação da terra na região ocupada pelos empreendimentos da cidade Center Norte, pelo Conjunto Habitacional Cingapura Zaki Narchi e arredores, observa-se que a ocupação antrópica da área ocorre desde antes do início do século XX.

Das chácaras aos loteamentos, passando por ocupações irregulares, a área sempre foi majoritariamente ocupada por residências e comércios das diversas naturezas (com ênfase para mercearias, galpões, pátios de estacionamento de caminhões e ônibus e lojas de venda de roupa, ferragens e papelaria).

No mapa de uso e ocupação criado a partir de uma fotografia aérea de 1952 (FIGURA 1) observa-se que ao redor do terreno do Center Norte (e Expo Center) existiam vários terrenos não ocupados circundados por uma zona comercial.

Na imagem analisada é possível ver a disposição de casas em forma de vilas, o que corrobora com as pesquisas bibliográficas que indicaram a existência de vilas operárias sendo formadas na Zona Norte no século XX. Esse avanço da ocupação nas terras para Além Tietê devido ao inchaço (físico e mobiliário) do centro levou a formação de vilas operárias em terrenos mais próximos as várzeas devido ao preço de compra das terras serem mais acessíveis do que no centro.

Durante o período das primeiras ocupações o comportamento hidrológico que favorecia o transporte de materiais e também o processo de infiltração foi sendo alterado. Pelo aumento da urbanização e da impermeabilização do solo, ocorreu ao aumento do escoamento para as áreas de cotas mais baixas. Na década de 50 já havia sido instalada a penitenciária Casa de Detenção de São Paulo, conhecida como Carandiru que ficou ativa da década de 20 do século XX ao início do século XXI. Podia-se ainda constatar a presença expressiva de fragmentos de cobertura vegetal nativa.

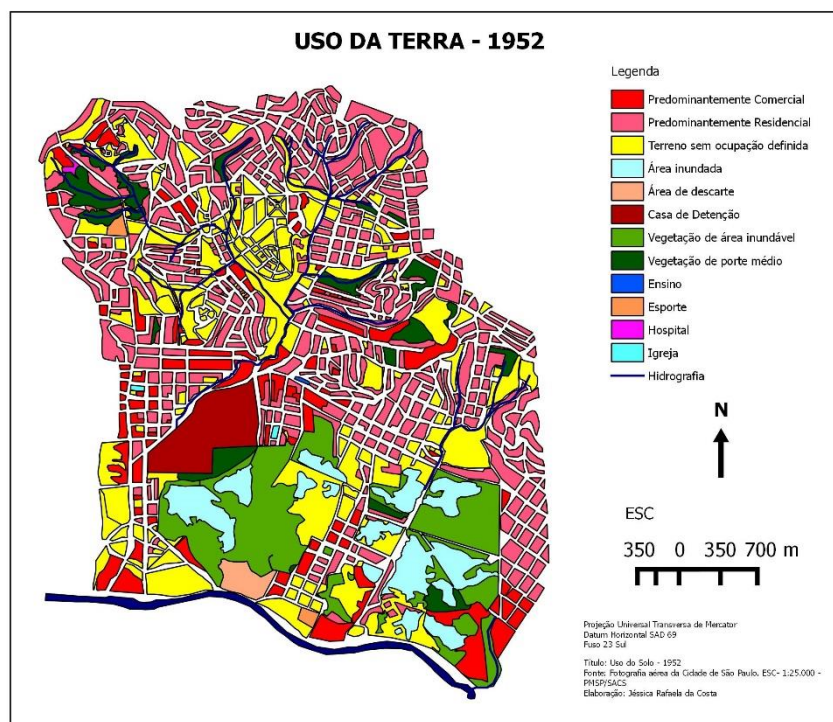


Figura 1 - Uso e ocupação da terra em 1952

Fonte: Costa, 2015, pg. 57

Como evidenciou a pesquisa bibliográfica sobre a qual esse trabalho se construiu, grande parte dos rejeitos domésticos não recebiam tratamento, ou, pelo menos, não de forma adequada. Existe a possibilidade das áreas até então não ocupadas por grandes empreendimentos terem recebido esgotos domésticos, o que inclui uma enorme quantidade de matéria orgânica. Importante acrescentar ainda que a imagem aérea de 1952 permite ver que existiam caminhos para o interior desses terrenos de várzea nos quais havia diversos montes de materiais uma espécie de “Bota fora”.

A ocupação em meados do século XX já contava com alguns serviços importantes para a população, entre eles escolas e hospitais, mas esses equipamentos foram instalados a montante do terreno, provavelmente pelas conhecidas cheias do Tietê, assim como aponta o mapa da cidade de São Paulo de 1924, no qual há retratado um limiar entre ocupação e área de várzea. As importantes avenidas e ruas que hoje são ocupadas por comércio, na década de 50 apesar de contar com atividades terciárias, concentrava diversas residências. Esses arruamentos tenderam a se formar acompanhando canais de escoamento. Talvez por facilidade, esses locais fomentaram a ocupação em seus arredores.

Importante reforçar como os terrenos dos empreendimentos Center Norte e do Conjunto Habitacional recebiam os fluxos dos canais que cortavam toda a ocupação que havia a montante

desses locais. A água ao chegar nesses locais mais baixos, se espalhava, acumulava-se e formavam lagoas. A difusão da água dependia do volume que esses terrenos estavam recebendo, quanto mais água menos lagoas isoladas, e maiores eram as áreas alagadas.

Com uma imagem de 1964 o mapa de uso da terra evidencia maior ocupação por residências em relação ao anterior. Esse tipo de uso da terra substituiu terrenos que antes estavam baldios ou com cobertura vegetal de médio porte. Essas novas residências seguiram em direção ao norte, não foi observado aumento significativo em terras mais próximas ao Tietê, nessas porções ocorreu um gradativo aumento de comércio, principalmente de galpões logísticos, ou de estacionamento de ônibus e caminhões.

Os terrenos foram rapidamente ocupados principalmente por comércio e casas. Interessante ressaltar que muitos comércios na década de 50 e 60 possuíam dois pisos, no inferior funcionava o comércio em si, e no piso superior ficava a casa da família do proprietário que em grande parte das vezes eram empregados no próprio estabelecimento.

Parte de alguns canais de córregos que se difundiam no terreno do hoje Complexo Center Norte entre 50 e 60 foram canalizados, podendo ter diminuído a carga de rejeitos recebidos. Entretanto a quantidade de caminhos dentro dessa porção de terras com possivelmente pontes de descarte aumentou vertiginosamente. Esses caminhos tinham como ponto inicial principalmente a porção leste do terreno, área essa ocupada por vários comércios, constando muitos galpões para estocagem de diversos produtos.

Sobre os materiais depositados por décadas diretamente na área de estudo, outros materiais, estes carregados pelas águas contendo esgotos domésticos e dejetos do parque industrial instalado às margens do Tietê foi na década de 70 acrescentada uma camada de matérias de demolição. Não se sabe, contudo, se os materiais retirados do canteiro de demolição do prédio Mendes Caldeira foram separados e apenas os materiais inertes foram depositados.

A área era uma baixada que se estendia pela planície de inundação do rio Tietê. Nessa planície, observando os mapeamentos de uso da terra das décadas de 50 e 60, não se observa grande diminuição da área não edificada, não foram observados grandes terraplenagens, por isso é de se pensar que a maior quantidade de material que existe sob o Center Norte foi depositada em momento posterior. Uma das possibilidades muito plausível é que a quantidade mais expressiva de material tenha ali sido depositado pelo próprio governo.

Com as obras da linha azul do metrô a terra retirada foi levada até a área de várzea, a proximidade e a necessidade de se desfazer desse solo casaram perfeitamente. A prefeitura mandou depositar a terra das escavações em seu terreno posteriormente negociado com Otto Baumgart. Cabe ressaltar que os traçados das linhas de Metrô acompanham as grandes vias e áreas densamente ocupadas, sendo passíveis de contaminações por derivados de petróleo, esgoto domésticos e



dejetos de pequenas indústrias informais e mesmo assim foram dispostos sobre a área, sem uma prévia caracterização dos poluentes e providenciada sua remediação.

Hoje a configuração da ocupação sofreu alterações. As maiores vias, que antes eram circundadas por residências passaram a contar com grande quantidade de comércio. Os córregos foram canalizados, restando poucas porções a céu aberto.

Um grande problema nos documentos da CETESB diz respeito a identificação das camadas no “solo”. De modo geral são identificadas camadas de aterro, argila e areia. Considerando a formação de rios meandantes, nas quais ocorre naturalmente além da deposição de argila e areia a deposição de material orgânico (além do material carbonítico de origem da vegetação local) talvez em alguns pontos a dita camada de argila pode ser na realidade uma camada de material turfoso.

As características naturais do ambiente, favorecem a formação de material turfoso. Caso isso realmente tenha acontecido é necessária uma discussão sobre como ocorre a interação desse material com diversos elementos presentes no aterro, passíveis de serem lixiviados e alcançar a camada de turfa, dentre eles elementos estão: Bário, Boro, Cromo e Níquel apontados como sendo encontrados em concentração acima dos níveis de referência.

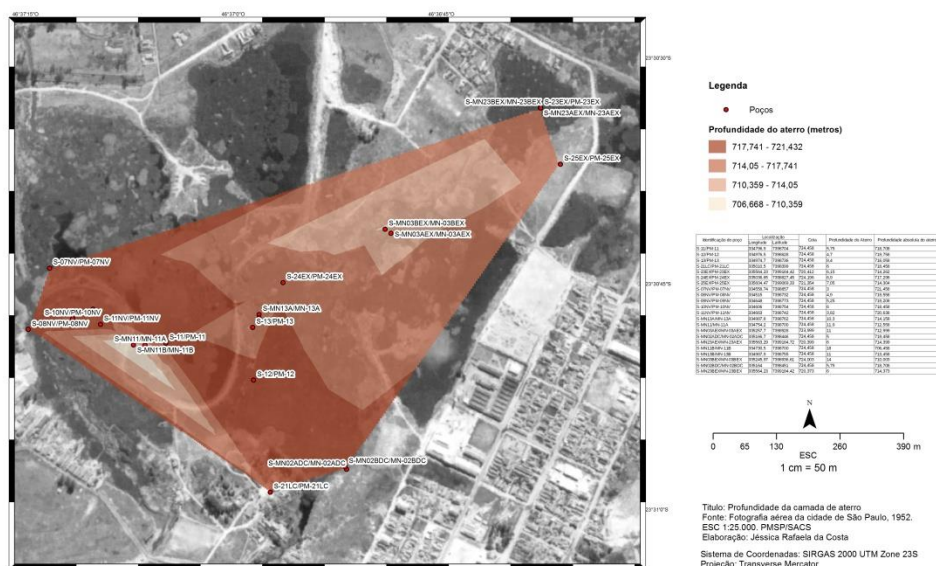
A empresa responsável pelos estudos no Center Norte cita a dificuldade de analisar a dinâmica da água subterrânea devido à presença de material antrópico que gerou diversos obstáculos para o fluxo, induzindo variadas direções e velocidades.

Pelo mapeamento do lençol freático foi possível identificar a porção na qual ele está mais superficial, sendo que coincide com a área apontada pelo mapeamento da profundidade de aterro como sendo a área na qual a camada de material de origem antrópica alcança maior profundidade (FIGURA 02).

Uma fragilidade encontrada nos relatórios é a descrição feita de um líquido durante o processo de perfuração dos poços de sondagens. Segundo consta desse documento possivelmente se tratasse de chorume encontrado em alguns pontos em determinadas profundidades, contudo tem-se aí dois grandes problemas.

Primeiramente, não foi feita análise para identificação desse líquido apenas descrito como sendo de odor forte de matéria em putrefação, por isso talvez seja falha da empresa em colocar essa informação (ao menos o modo como foi colocado) em seus relatórios. Trata-se de uma avaliação expedita, sem nenhuma consideração de dado de estudo químico para comprovar ou refutar as informações de campo.

## PROFUNDIDADE DA CAMADA DE ATERRO



## PROFUNDIDADE PARA ALCANÇAR O LENÇOL FREÁTICO

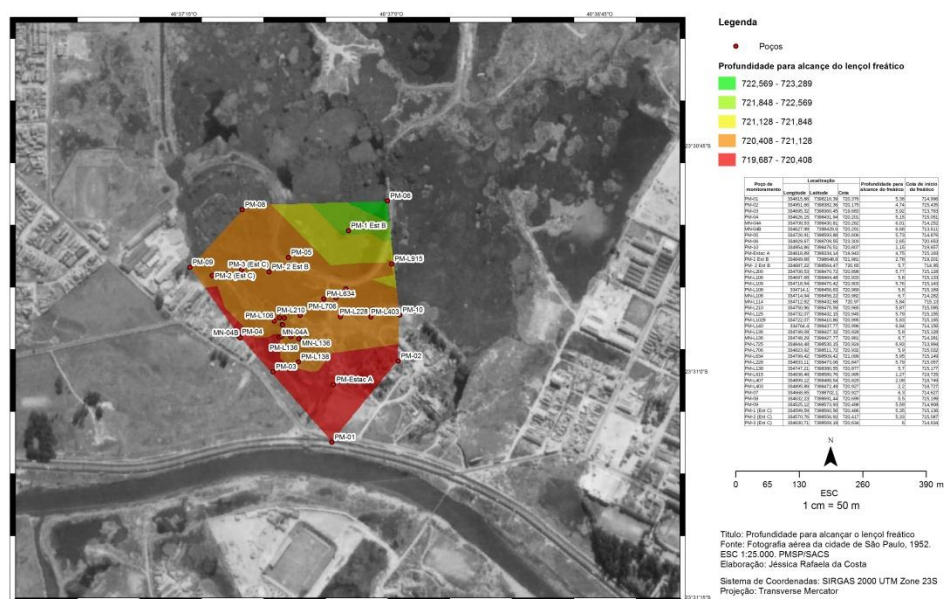


Figura 2. Comparação entre a camada de aterro e o nível do lençol freático  
 Adaptado de Costa, 2015.

Nos relatórios elaborados pela empresa Environ após a análise de amostras de solos, foi detectada a presença de bário, cobalto, boro, cromo e alumínio acima das concentrações indicadas, mas a empresa justifica essa concentração por se tratar de um solo tropical. Em se tratando de uma planície fluvial, portanto inundável, tem-se a ocorrência de solos azonais e, portanto, não tropicais. A CETESB não faz nenhuma recomendação sobre esse aspecto, contudo, uma pergunta fica – Por se tratar de área de aterro pode-se considerar os padrões para solos naturais tropicais? Além do



mais, os próprios resultados das sondagens mostraram a existência de uma camada arenosa e uma argilosa na área, será que os mecanismos de sorção destes elementos serão iguais nestes materiais?

Acreditamos que isso é um equívoco da empresa responsável pelos testes e um descuido dos órgãos que deveriam fiscalizar. Solos urbanos são singulares, não há uma classificação para eles, e identificar suas especificidades é um trabalho complexo e difícil, justamente por isso não se pode tratá-lo sob o mesmo protocolo utilizado para a caracterização de solos naturais.

No caso da área estudada é de suma importância lembrar o uso que a região possui. Não apenas um Shopping Center está construído sobre esses aterros, digo esses aterros devidos as peculiaridades existentes dentro do sítio que recebeu material exógeno. Há residências, escolas e praças sobre esse local. A exposição de algumas pessoas é constante. Os frequentadores do Complexo Center Norte são frequentadores de passagem. A população local, que se caracteriza por elevado índice de vulnerabilidade, fica exposta de modo contínuo com o solo, a água e a atmosfera contaminados

Os elementos apontados pelos relatórios como acima dos valores adotados podem ser lixiviados e transportados através das camadas subsuperficiais, com o agravante de não se consegue acompanhar esses fluxos justamente pelas variações do escoamento provocada pelos materiais lá enterrados. Em residências como o próprio Conjunto Habitacional Cingapura Zaki Narchi não há nenhum controle sobre qual o contato que os moradores possuem com esse solo contaminado.

Entre os problemas desse descontrole por parte das autoridades vale citar, que a Environ alega que pode estar ocorrendo o despejo de esgoto doméstico, sem tratamento, em algumas áreas próximas a Expo Center Norte devido ao fato de ter sido constatada a presença de séries nitrogenadas, o que ocasionaria o aumento da concentração de matéria orgânica no solo e justificaria a presença do que é descrito como “chorume”. Tratando-se de esgoto, teríamos além dos contaminantes analisados, o risco de propagação de patógenos, que não foi considerada. A presença de matéria orgânica em algumas camadas pode aumentar a adsorção de metais pesados.

Outro problema em relação aos resultados apontados pela CETESB diz respeito aos próprios valores orientadores quanto à sua origem. O órgão utiliza como orientação valores fornecidos por resoluções CONAMA, outros da própria CETESB e ainda valores importados de uma agência de proteção ambiental norte-americana, a EPA que se baseou em solos presentes nos Estados Unidos para a determinação de seus índices, solos com características diferentes dos solos brasileiros, principalmente díspares em relação aos nossos solos urbanos.

Para a análise da qualidade da água subsuperficial, a CETESB faz uso de índice próprio para o monitoramento mensal, enquanto que para o controle sobre a qualidade do solo, a inexistência de valores orientadores, leva ao emprego de valores definidos em países de clima temperado.

Atualmente, empresas de consultoria ambiental estão utilizando o protocolo de caracterização apresentado por Pedron (2005) no Sistema de Avaliação do Potencial de Uso Urbano das Terras – SAPUT que propõe a indicação modo de apropriação em adequado, restrito ou inadequado.

Entretanto, na área de estudo, a diversidade de matérias depositados que interagem entre si dificulta a definição das substâncias mais relevantes às análises.

#### **4. Conclusões**

O que se pode constatar da análise sobre a ocupação e decorrente condição ambiental dessa pequena, mas representativa, porção da RMPS, é a (i)rresponsabilidade do governo e seu descaso com o bem estar da população. O governo simplesmente abriu mão de sua função como ordenador da ocupação do espaço urbano. Desrespeitou a Legislação Ambiental Federal, que determina que as planícies fluviais e sua vegetação nativa sejam consideradas Áreas de Preservação Permanente, com o propósito de preservar os recursos hídricos. Nessa área, como em outras do município, o Estado se constitui no principal agente poluidor, seja pelo descarte aleatório de materiais, seja pela manutenção de uma rede de coleta de esgoto absolutamente precária, seja por não fiscalizar a produção, tratamento e disposição de dejetos pela indústria.

#### **5. Bibliografia**

PEDRON, Fabricio de Araújo. Classificação do potencial de uso das terras no perímetro urbano de Santa Maria – RS. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

COSTA, J.R. Contaminação do solo urbanos: o caso do shopping Center Norte na cidade de São Paulo. Trabalho de Graduação Individual apresentada a Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2015.



## **AS COMUNIDADES TRADICIONAIS: DESAFIOS PARA A PERMANÊNCIA DAS ATIVIDADES EXTRATIVISTAS NO LITORAL SUL DE SERGIPE, BRASIL**

M. S. F. Silva<sup>(a)</sup>, G. L. Almeida<sup>(b)</sup>, P. O. Rocha<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> PRODEMA, DGE/Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
ms.ferreira.s@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
genissongeoufs@hotmail.com

<sup>(c)</sup> Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
priscila\_htamorenna@hotmail.com

### **Resumo**

Essa pesquisa visa analisar os desafios para a permanência das práticas extrativistas realizadas pelas comunidades tradicionais na Área de Proteção ambiental do Litoral Sul de Sergipe. A pesquisa foi realizada a partir levantamento bibliográfico e documental; entrevistas e diálogos informais as comunidades tradicionais; e observação sistematizada. As comunidades tradicionais (catadoras de mangaba, marisqueiras e pescadores artesanais) que realizam práticas extrativistas têm sua base de sustento e seu modo de vida ameaçado devido aos impactos socioambientais provocados pelos usos atribuídos ao território. Dentre os impactos, que comprometem a permanência dessas práticas, estão: a contaminação dos recursos hídricos, o desmatamento das restingas, vegetação de dunas, manguezais e campos de várzeas. Faz-se necessário criar e implementar estratégias de ordenamento do território para minimizar os impactos socioambientais, conectar os fragmentos florestais e alternativas para a conservação da biosociodiversidade visando reduzir os efeitos que comprometem a permanência dessas comunidades seculares que contribuem para conservação ambiental.

**Palavras-chave:** Gestão Ambiental. Conservação. Biosociodiversidade. Modo de vida.

### **1. Introdução**

As comunidades tradicionais são consideradas grupos humanos culturalmente distintos que reproduzem de maneira histórica seu modo de vida, com limitado grau de isolamento, tendo por base a cooperação social, mantendo determinadas relações equilibradas com os o meio ambiente seus recursos naturais, com o uso de técnicas de manejo tradicionais e sustentáveis (DIEGUES, 2000). A Lei 11.428/2006 define populações tradicionais como aquelas que vivem em estreita relação com o ambiente natural, dependendo de seus recursos naturais para a sua reprodução sociocultural, por meio de atividades de baixo impacto ambiental (BRASIL, 2006). Essas comunidades ajudam na conservação dos recursos naturais em função suas práticas extrativistas e de seus saberes ambientais passados de geração para geração. Entretanto, enfrentam dificuldades para manter seu modo de vida, pois os territórios utilizados têm recebido outras atividades e/ou são reservados para fins turísticos, especialmente aqueles que dispõem de beleza cênica, como é o caso de Sergipe.

Os avanços na legislação ambiental não foram acompanhados de medidas efetivas que na prática implique na conservação ambiental efetiva. No recorte empírico a apropriação, controle e uso dos territórios detentores de recursos naturais refletem a falta da criação e implementação de mecanismos de gestão ambiental para ordenar o uso do território, o que tem contribuído para a construção de empreendimentos turísticos e resultado na perda da biosociodiversidade<sup>1</sup> (SILVA, 2012), pois as comunidades tradicionais acabam sendo excluídas ou impedidas de realizarem suas práticas extrativistas.

No litoral sul de Sergipe existem comunidades tradicionais - as marisqueiras, os pescadores artesanais, as comunidades quilombolas e as catadoras de mangaba - que resguardam saberes ambientais perspectiveis no seu modo de vida e na relação que tem com os recursos naturais existentes. São os territórios da pesca artesanal, da mariscagem e da coleta da mangaba, os quais estão ameaçados face às demandas do turismo, da monocultura, da carcinicultura e da pesca predatória.

Esse trabalho tem como objetivo analisar o modo de vida das comunidades tradicionais, em uma Unidade de Conservação, Área de Proteção Ambiental (APA) do Litoral Sul de Sergipe. A APA, localizada na zona rural dos Municípios de Itaporanga D'Ajuda, Estância, Santa Luzia do Itanhhy e Indiaroba, foi criada para conservar os remanescentes de Mata Atlântica associados com vegetação de mangue, de restinga, de dunas e associação secundária, e para e melhorar a qualidade de vida das populações que vivem nesse território (SERGIPE, 1993). Entretanto, essas comunidades nem sempre tem acesso às áreas de manguezais e de restinga para as práticas extrativistas: a pesca artesanal, a mariscagem e a coleta da mangaba.

A paisagem natural encontra-se fortemente modificada, onde boa parte da vegetação foi substituída pelas construções diversas, cultivos de coco, carcinicultura, pastagem. O que restou, vem sendo fortemente ameaçado pelo avanço do turismo, principalmente, nas localidades cujas paisagens apresentam beleza cênica, tais como as praias de Caueira, em Itaporanga D'Ajuda, do Saco, da Ponta do Saco, do Abaís e das Dunas em Estância, as lagoas, ambiente com vegetação de dunas. Há também a supressão das restingas, dos manguezais e campos de várzeas, tanto para estabelecer a implementação do turismo como das demais práticas agropecuárias. Nesse contexto, é preciso criar e implementar estratégias de gestão ambiental para evitar a perda do patrimônio natural e resguardar os direitos das comunidades tradicionais continuarem utilizando o território para sua reprodução.

---

<sup>1</sup> A biosociodiversidade envolve o conhecimento cultural da biodiversidade (LEONEL, 2000), onde se pode ressaltar a importância da conservação da biodiversidade aliada à sociodiversidade (SANTOS; MENEZES; NUNES, 2005). O conceito de sociodiversidade defende a ideia de que a diversidade cultural é considerada componente significativo da biodiversidade (ALBAGLI, 1998).

## 2. Procedimentos metodológicos: o caminho percorrido na pesquisa

O desenvolvimento dessa pesquisa ocorreu mediante levantamento bibliográfico e documental; levantamento de dados secundário e primário; ordenamento e tabulação dos dados; e, análise e interpretação das informações.

O levantamento bibliográfico e documental foi realizado nas literaturas que tratam da categoria de análise o território usado; da política de conservação ambiental; das UCs; das comunidades tradicionais e de instrumentos legais que norteiam a política de conservação ambiental.

A categoria de análise, território usado, permite uma leitura do território em sua totalidade, espaço banal, configurando-se enquanto recurso analítico, permeado de caráter político, econômico e socioambiental (SANTOS e SILVEIRA, 2001; SANTOS, 1994) possibilitando uma análise dos interesses envolvendo os atores pela apropriação, controle e uso dos recursos naturais, em especial daqueles que têm seu espaço vivido, sua base de sustento ameaçada, como é o caso das comunidades tradicionais pesquisadas.

O levantamento de dados teve início a partir da busca de dados secundários pré-liminares junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Renováveis (IBAMA) e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) em Sergipe com a finalidade de obter informações sobre a criação e implementação da RESEX do Litoral Sul; ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) no tocante a regulamentação fundiária dos territórios que envolvem as comunidades tradicionais; e as Associações das Comunidades Tradicionais dos Municípios de Itaporanga D'Ajuda, Estância, Santa Luzia do Itanhy e Indiaroba, e ao Movimento das Catadoras de Mangaba para obtenção de informações sobre as comunidades. Essas informações foram fundamentais para organização da pesquisa empírica.

A pesquisa empírica ocorreu por meio de instrumentos de coleta de dados, a saber: entrevistas semiestruturadas, diálogos informais e observações sistematizadas *in loco* com roteiro previamente elaborado. As entrevistas foram realizadas com representante do Movimento das Catadoras de Mangaba, da Colônia de Pescadores, e entrevistas com as comunidades tradicionais, cujas questões objetivaram conhecer a estrutura organizacional, política, histórica, econômica, social, cultural dessas comunidades; os impactos socioambientais que dificultam seu modo de vida, bem como seus anseios na luta pelo direito de continuar usando os recursos naturais como base de sustento.

Foram realizados diálogos informais com os pescadores artesanais, as catadoras de mangaba e as marisqueiras. Vale ressaltar que houve necessidade de realizar diálogos informais, pois alguns membros das comunidades optaram por uma conversa informal. Para facilitar os diálogos e entrevistas foi necessário entrar em contato com representantes das comunidades

tradicionais com a finalidade de identificar datas e horários de reuniões realizadas. Vale reforçar que essa estratégia contribuiu para o desenvolvimento dessa etapa, pois se trata de zona rural cujos acessos para alguns povoados ainda se faz por estrada desprovida de asfalto e a distância variava entre 70 e 100km de Aracaju.

Para os membros das comunidades as entrevistas, realizadas nos povoados onde residem, as visitas foram feitas nos domicílios e em áreas onde realizaram suas atividades (Itaporanga D'Ajuda, Santa Luzia do Itanhy, Indiaroba e Estância). Outra estratégia adotada foi a visita a sede da Colônia de Pescadores Z4 em Estância, especialmente nos dias que os pescadores frequentavam essa instituição; e no Ministério do Trabalho localizado em Estância, onde pescadores estavam concentrados para assinar o benefício do Seguro Defeso. Essa estratégia permitiu dialogar com pescadores, catadoras de mangaba e marisqueiras bem como coletar depoimentos, a partir da transcrição na íntegra quando possível, que ajudaram a conhecer o modo de vida dessas comunidades.

No total foram realizadas 40 entrevistas semiestruturadas, onde 18 foram destinadas para as comunidades tradicionais que residem em Indiaroba, sendo 11 membros entrevistados do povoado Pontal e sete de Terra Caída, e 22 em Estância, somando quatro no Povoado Rio Fundo, sete em Farnaval, sete em Porto do Mato e quatro em Reboleirinha. Nos outros povoados, ocorreram vários diálogos informais, cujas informações relatadas foram descritas no texto. Os roteiros para as comunidades tradicionais enfatizaram questões sobre suas condições históricas, culturais, simbólicas, socioeconômicas e ambientais, as atividades extrativistas e suas perspectivas face à criação da RESEX do Litoral Sul.

A visita *in locu* foi feita nos povoados que fazem parte da APA do Litoral Sul de Sergipe (Figura 1), onde os territórios são usados para a prática extrativista e cultivos (macaxeira, milho e feijão), cujas informações observadas foram registradas por meio de diário de campo, fotografias. Essa pesquisa também permitiu conhecer as relações estabelecidas com a natureza e o modo de vida dessas comunidades.

Para realização da pesquisa contou-se com a equipe de pesquisa formada por dois alunos bolsistas de Iniciação Científica do curso de Bacharelado e Licenciatura em Geografia da Universidade Federal de Sergipe. Esses alunos realizaram leituras, auxiliaram na elaboração dos instrumentos de pesquisa e foram capacitados para a pesquisa de campo.

Quanto ao ordenamento e tabulação dos dados, ao término da pesquisa as entrevistas, os diálogos e as observações sistematizadas foram organizados para análise, descritas, transcritas no texto e outras receberam tratamento estatístico. Nesse sentido, as informações foram analisadas na perspectiva de facilitar a compreensão e visualização dos fenômenos estudados.

A análise e interpretação das informações adquiridas ao longo da pesquisa, ancorada no método de abordagem, suscitaram a compreensão, o desvelamento e a análise crítica dos usos atribuídos na APA do Litoral Sul de Sergipe que ameaçam e/ou impedem o modo de vida das comunidades tradicionais. Tais análises evidenciaram que as relações de poder estabelecidas nesses territórios são desiguais e contraditórias, resultado na injustiça ambiental contra os atores sociais menos privilegiados, as comunidades tradicionais. Diante dos resultados alcançados e das análises foi possível tecer considerações finais enriquecidas com sugestões apontando caminhos na perspectiva de amenizar a injustiça ambiental que tem repercutido na perda da biosociodiversidade.

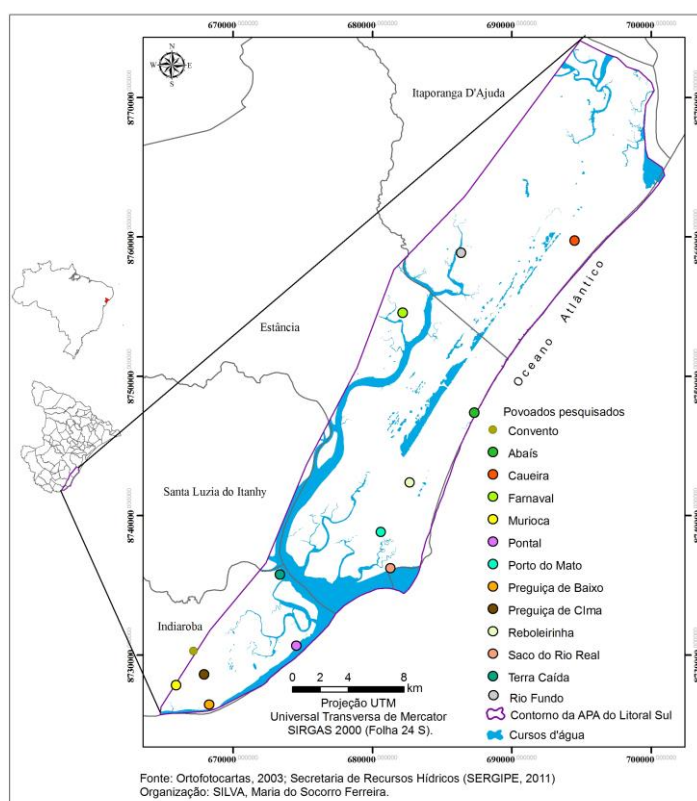


Figura 01 - Povoados pesquisados na APA do Litoral Sul de Sergipe

### 3. Comunidades tradicionais no litoral sul de Sergipe

A APA do Litoral Sul de Sergipe caracteriza-se por apresentar uma dinâmica de atividades desenvolvidas pelos fazendeiros, empresários ligados ao turismo e pelas comunidades tradicionais, as quais têm forte relação com o lugar, cujas práticas predominantes são as práticas extrativistas: a coleta da mangaba (*Hancornia speciosa*), a pesca artesanal e a mariscagem.

As comunidades tradicionais são caracterizadas como grupos que residem e usam o território como condição de subsistência, para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e



econômica. Seus conhecimentos, saberes ambientais e práticas são transmitidos de geração para geração.

Em Sergipe as catadoras de mangaba foram reconhecidas enquanto comunidades tradicionais pela Lei nº 7.082/2010, cujo Art. 1º aborda que

“O Estado de Sergipe reconhece as catadoras de mangaba como grupo culturalmente diferenciado, que devem ser protegidas segundo as suas formas próprias de organização social, seus territórios e recursos naturais, indispensáveis para a garantia de sua reprodução física, cultural social, religiosa e econômica” (SERGIPE, 2010).

As comunidades tradicionais envolvidas na pesquisa evidenciaram ao longo dos diálogos e entrevistas que possuem saberes ambientais os quais foram passados de geração para geração. Era comum expressão como “aprendi a pescar com meu pai que me levava para o rio”, “aprendi a catar mangaba com minha mãe que me levava quando eu ainda era criança”. Além das falas de membros das comunidades, o conhecimento tradicional foi percebido quando pais e filhos juntos numa tarde consertavam as redes utilizadas na pesca artesanal manualmente. Entretanto, quando foram questionadas se faziam parte de alguma comunidade tradicional, todos os entrevistados afirmaram que não faziam parte de nenhuma comunidade.

As catadoras de mangaba são mulheres, extrativistas, defensoras das mangabeiras, e desenvolvem a atividade como forma de subsistência. Essa atividade era realizada pelas mulheres que cuidavam da conservação da espécie, desenvolviam práticas e aplicavam seus saberes ambientais no tocante ao manejo, zelando por um patrimônio cultural (i)material.

Durante as entrevistas realizadas, no sentido de conhecer as práticas extrativistas desenvolvidas, evidenciou-se que no passado havia uma divisão do trabalho, onde a coleta da mangaba era realizada, principalmente pelas mulheres; a pesca artesanal e a mariscagem pelos homens. Entretanto, a partir dos diálogos, observou-se na contemporaneidade, a pesca artesanal e a mariscagem são realizadas tanto por homens como pelas mulheres, especialmente no período da entressafra. Ademais, há relatos que os homens também ajudam na coleta da mangaba quando a maré está baixa, embora não participem da comercialização.

No tocante as atividades extrativistas constatou-se que 94% dos entrevistados realizam a coleta da mangaba, mariscos e do pescado. Esse percentual é alto, pois as catadoras de mangaba também coletam mariscos e pescam. Igualmente, acontece com os pescadores os quais também fazem plantação para subsistência (milho, macaxeira e feijão) e catam mangaba. Dentre os principais produtos da pesca destacam-se: os peixes com nome popular niquim, lambreta, tainha, sardinha, robalo, bagre, pescada, xaréu, carapeba e arraia. E na mariscagem pode-se citar: camarão, ostra, sururu, aratu, siri, caranguejo, massumi e guaiamu os quais são coletados

no rio e na maré. E as frutas (murici e mangaba) em sítios próprios e dos vizinhos, sítios livres (terras da união) e privados.

Todavia, a quantidade de peixes e mariscos encontra-se bastante reduzida se comparada ao passado, em função da contaminação dos recursos hídricos face à disposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes domésticos; da instalação de viveiros de camarão em áreas de manguezais cujos dejetos são depositados nos cursos d'água; da pesca predatória onde pescadores de outros municípios sergipanos e do Estado da Bahia utilizam equipamentos como a rede de camboa a qual captura peixes menores; o aumento do número de pescadores de outros municípios nos últimos anos. Nesse aspecto, o ator 1 reconhece essa redução quando ressalta que *“Infelizmente a pesca, encontra-se em um estado lamentável, pelas diversas irregularidades que surgem a cada dia, há ainda uma atividade predatória e clandestina exercida por diversos pescadores”* (Ator 1, 2014).

Outros problemas também têm dificultado a realização da pesca artesanal, tais como: galhos de árvores deixados no leito do rio pelos pescadores; ataques das abelhas e cobras como consequência do desequilíbrio ecológico nesses ambientes devido o desmatamento das margens dos rios; além do acesso proibido em áreas de manguezais. Essas áreas têm sido substituídas por cultivos, viveiros de camarão, residências de veraneio e empreendimentos ligados ao turismo. Embora reconheçam que o pescado vem diminuindo ao longo do tempo, é nítida a relação harmônica e, especialmente à gratidão dos pescadores no tocante aos recursos naturais que ainda garantem sua subsistência. Essa assertiva está evidente no depoimento do ator 2 *“Graças a Deus que temos o rio e a maré pra obter os peixes pra comer e vender”* (Ator 2, 2014).

Dos produtos coletados uma parte é destinada para consumo e a outra para venda realizada em sua porta (turistas), no local onde coleta, em feiras livres e para atravessadores (cambistas). O valor mensal oriundo dessa comercialização variava em 2014 entre R\$ 200.00 e R\$ 500.00. Apesar do baixo valor, inferior a um salário mínimo, o ator 3 ressalta *“Quando a maré ta boa e não tem tanto pescador na área, pescamos muitos peixes que da pra vender e pro nosso consumo, ao contrario pescamos quase nada, às vezes só da pra tirar a comida do dia”* (Ator 3, 2014).

A coleta da mangaba vem sendo dificultada e/ou impedida em função do desmatamento das áreas de restinga para construção de empreendimentos turísticos e casas de veraneio; cultivos de coco; proibição por parte dos fazendeiros que constroem cercas para impedir o acesso das catadoras de mangaba. Há relatos que as espécies de mangabeiras são retiradas das fazendas para evitar que as catadoras não retornem as propriedades. Essa e outras práticas elencadas contribuem para a perda da biodiversidade e tende a contribuir para que essas comunidades sejam espoliadas e/ou expulsas dessas áreas. Os diálogos e entrevista apontam para a

insatisfação, pois no passado, quando ainda havia muitas espécies, realizavam suas práticas e na contemporaneidade são proibidas de realizar a atividade em algumas áreas. Para o ator 4 *“Foi Deus que plantou a mangaba pra nós”* (Ator 4, 2014).

Dentre as dificuldades enfrentadas pelas catadoras de mangaba encontra-se a falta de propriedade da terra, onde 77,5% não possui posse de terras que possam utilizar para a coleta da fruta. Desse modo, essas comunidades acabam realizando as atividades em sítios de vizinhos e/ou parentes; terras da união “terras livres”; fazendas quando há permissão por parte do proprietário; ou buscando outras localidades, como por exemplo, no estado da Bahia.

Essa assertiva reforça as análises de Diegues e Nogara (1999) quando elencam que o território dessas populações é diferente das sociedades urbanas, pois é descontínuo, marcado por vazios aparentes, o que sem dúvida os torna mais frágeis, no sentido mais restrito, no processo de espoliação dessas comunidades. Para Diegues (2008) o território é apenas um meio de subsistência, de trabalho e de produção para essas populações.

No tocante ao turismo que vem crescendo no litoral sul, e impedindo o modo de reprodução dessas comunidades, vale ressaltar que todos os entrevistados não percebem que os impactos socioambientais, como resultado dessa atividade, interferem em suas práticas extrativistas. Na visão dos entrevistados, o turismo melhorou a comercialização dos pescados, marisco e mangaba. Essa afirmativa pode ser observada na fala do ator 5 resalta *“Principalmente quando chega na estação do verão, aparecem muitos turistas e a venda dos peixes, mariscos e mangaba aumenta, conseguimos vender bastante esses produtos”* (Ator 5, 2014).

Apesar dos problemas mencionados são evidentes os laços afetivos com o lugar, pois mesmo com tantas dificuldades para a permanência do modo de vida, 36 (91%) entrevistados não têm interesse em sair de seus povoados em função das relações harmônicas com a natureza, com a comunidade e com os vizinhos. Ademais, 90% dos entrevistados moram nos povoados desde que nasceram e/ou quando ainda eram crianças. O ator 6 resalta *“Moro aqui nesse povoado desde que nasci e não tenho vontade nenhuma de morar em outro local, nem na cidade”* (Ator 6, 2014).

No contexto da conservação ambiental há mais de dez anos vem sendo discutida a proposta de criação e implementação da Reserva Extrativista (RESEX) do Litoral Sul de Sergipe (SILVA, 2012). Entretanto, apesar das dificuldades para realizar as práticas extrativistas, apenas um entrevistado reconheceu a importância da criação da RESEX. Isso ocorre, principalmente pela falta de esclarecimento do que venha ser uma UC dessa categoria, por parte dos gestores aliado ao medo de perder suas casas. Essa preocupação pode ser percebida na fala do ator 7 *“Se a RESEX viesse pra cá o povoado iria acabar”* (Ator 7, 2014).

Vale ressaltar que essa preocupação foi unânime em apenas um dos povoados pesquisados. Nesse processo de criação da RESEX, a arena de disputa envolve interesses diversos e atores sociais vinculados ao poder Público Federal e Estadual, via órgãos gestores; aos proprietários de terras que tendem a dificultar a negociação no processo de desapropriação fundiária em função da existência de grandes latifundiários, onde a questão política é muito presente; atores ligados ao setor turístico; e as comunidades tradicionais que lutam pelo direito em continuar usando os territórios da pesca, da mangaba, da moradia.

Contudo, pelo direito expressado no Art. 225 da Constituição Federal, e vários outros estabelecidos pelo SNUC, espera-se que a RESEX, caso seja efetivada, não seja mais uma faceta da “conservação ambiental” usada para fortalecer e defender os interesses econômicos de uma minoria de atores que tem poder de barganha e implique na perda da biosociodiversidade do Litoral Sul sergipano.

#### **4. Considerações finais**

As comunidades tradicionais que tem a pesca, a mariscagem, a coleta de mangaba, há muito tempo realizam essas atividades como forma de subsistência e têm seus espaços vividos e ameaçados em função do avanço das atividades que efetivamente carecem de planejamento e gestão ambiental. Essas comunidades utilizam técnicas de manejo ancestrais, mantendo uma forma de organização onde os valores tradicionais são transmitidos de pai para filho, de geração para geração, mantendo durante séculos práticas associadas a esses conhecimentos.

Entretanto, são perceptíveis as ameaças que dificultam sua reprodução cultural, política, social, econômica e ambiental. A atividade turística e a agropecuária vêm contribuindo para a perda da biosociodiversidade em função dos impactos socioambientais provocados e da ausência de mecanismos capazes de promover o ordenamento territorial.

Esses territórios possuem outras potencialidades além da turística capazes de efetivar a (re)produção dessas comunidades que durante muito tempo ajudaram na conservação ambiental. É preciso priorizar estratégias capazes de diminuir o desmatamento da Mata Atlântica; conectar os fragmentos florestais que correm o risco de serem extintos da paisagem; além de medidas efetivas para evitar e/ou reduzir a contaminação dos recursos hídricos.

Quanto ao regime de propriedade para reduzir os efeitos da injustiça ambiental, é importante estabelecer áreas de livre acesso; parcerias com proprietários particulares, - via órgãos oficiais gestores; propriedade comunitária; e propriedade estatal visando fortalecer as atividades extrativistas das comunidades em face de sua relevância para ajudar na recuperação e manutenção dos fragmentos florestais, podendo, assim, ser preparadas para a gestão dos bens comuns. No tocante aos equipamentos necessários para a realização das atividades extrativistas

é relevante estabelecer estratégias via parcerias para facilitar a aquisição e/ou doação de kit para os pescadores artesanais: colete salva vidas, extintores, barco, rede.

Há necessidade de melhorias para as comunidades: criação de postos de saúde; infraestrutura básica, como coleta regular de resíduos sólidos, ampliação da rede de abastecimento de água tratada, tratamento de efluentes domésticos, pavimentação de estradas de acesso aos povoados; campanhas educativas para incentivar e/ou ensinar a comunidade realizar o prévio tratamento de água; ampliar e melhorar a qualidade das escolas para evitar a saída dos jovens, dentre outras.

## 5. Bibliografia

- ALBAGLI, S. (1998). *Geopolítica da biodiversidade*. Brasília: Edições IBAMA. 273p.
- BRASIL. (2006). *Lei nº 11.428 dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências*. Brasília.
- DIEGUES, A. C.; NOGARA, P. J. (1999). *O nosso lugar virou parque: Estudo sócio-ambiental do Saco de Mamanguá-Parati-Rio de Janeiro*. 2 Ed. São Paulo: NAPAUB/USP. p. 165.
- DIEGUES, A. C. (2000). *Biodiversidade e Comunidades tradicionais no Brasil*. São Paulo: NUPAUB-USP.
- DIEGUES, A. C. S. (2008). *O Mito Moderno da Natureza Intocada*. 6ª Ed. Ampliada. São Paulo: Hucitec: Nupaub-USP/CEC.
- LEONEL, M. Bio-sociodiversidade: preservação e mercado. In: **Estudos avançados**. Vol. 14, n. 38, 2000. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v14n38/v14n38a19.pdf>> Acesso em 01/02/2012.
- SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. G.; NUNES, J. A. (2005). Introdução: Para ampliar o cânone da ciência: a diversidade epistemológica do mundo. In: SANTOS, B. S. (Org.) *Semear outras soluções: os caminhos da biodiversidade e dos conhecimentos rivais*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. p. 21-121.
- SANTOS, M. e SILVEIRA, M. L. (2001). *O Brasil: Território e Sociedade no início do século XXI*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Record. 473 p.
- SANTOS, M. O retorno do território. (1994). In: SANTOS, M.; SOUZA, M. A. A.; SILVEIRA, M. L. (Orgs.) *Território: Globalização e fragmentação*. São Paulo: Hucitec. p.15-20.
- SERGIPE. (2011). *Atlas da Secretaria dos Recursos Hídricos*. CD ROM.
- SERGIPE. (1993). *Decreto nº 13.468 de janeiro de 1993 que institui a Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul do Estado de Sergipe*. Aracaju/SE.
- SERGIPE. (2010). *Lei 7.082 de dezembro de 2010. Reconhece as catadoras de mangaba como grupo cultural diferenciado e estabelece o auto-reconhecimento como critério do direito e dá outras providências*. Aracaju-SE.
- SILVA, M. S. F. (2012). *Territórios da Conservação: uma análise do potencial fitogeográfico das UC's de Uso Sustentável em Sergipe*. NPGeo/UFS (Tese de Doutorado). São Cristóvão-SE.

## **ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DA PAISAGEM DA CAATINGA, DECORRENTE DA CAPRINO-OVINOCULTURA NO MUNICÍPIO DE FLORESTA – PE**

M. T. M. Torres<sup>(a)</sup>, A. G. Oliveira<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Escola de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Informação - EAETI, Universidade Salvador  
eng.maira.menezes@outlook.com

<sup>(b)</sup> Escola de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Informação - EAETI, Universidade Salvador  
anderson.gomes@pro.unifacs.br

### **Resumo**

O nordeste brasileiro tem a caatinga como vegetação predominante, bioma que possui uma grande variedades de espécies nativas e restrições para o desenvolvimento econômico dos municípios que se encontram inseridos nele, devido às suas características edafoclimáticas. A atividade da caprino-ovinocultura é bastante frequente nessas regiões, onde o estado de Pernambuco é um dos maiores criadores do país, atividade esta responsável pela degradação de boa parte da vegetação da caatinga. Os bodes e ovelhas levam o meio em que estão inseridos a sofrer vários impactos, interferindo na quantidade de espécies através do seu consumo predatório no período de reprodução, na compactação do solo, causando a alteração da paisagem e levando o governo brasileiro a criar Unidades de Conservação Federal e Estadual, com a finalidade de recuperar áreas já degradadas e desenvolver o uso dos recursos de maneira sustentável.

**Palavras chave:** caatinga, semiárido, caprino-ovinocultura, Floresta – PE, Brasil

### **1. Introdução**

O Brasil é um país que possui grandes proporções continentais, com cerca de 8,5 milhões de km<sup>2</sup> ocupando quase a metade da América do Sul e abarcando diversas zonas climáticas, que acarretam em grandes variações ecológicas, formando zonas biogeográficas distintas ou biomas (MMA, 2016). A variedade de biomas evidencia a enorme riqueza da flora e da fauna brasileira, onde segundo o Ministério do Meio ambiente (2016), é o país que abriga a maior biodiversidade do planeta, elevando-o ao posto de principal nação entre os 17 países de maior biodiversidade.

Dentre os biomas brasileiros, destaca-se o da caatinga (semiárido), ecossistema predominante da região nordeste. Este ocupa uma área de aproximadamente 844.453 Km<sup>2</sup>, equivalente a 11% de todo território nacional, engloba os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e Minas Gerais (MMA, 2016). Em relação a riqueza da biodiversidade, abriga 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 de anfíbios, 241 de peixes e 221 de abelhas, e também possui cerca de 27 milhões de pessoas vivendo nessa região, sendo a grande maioria carente e utilizam os recursos desse bioma para sobrevivência (MMA, 2016).

A caatinga, apesar da sua grande importância vem sofrendo com o uso e/ou ocupação do solo, de maneira intensiva, a exemplo do desmatamento de forma acelerada, o sobrepastoreio e conversão da vegetação nativa em áreas de pastagens e agricultura. Segundo Castro (2010), é importante destacar que cerca de 80% da caatinga já sofreu drásticas alterações realizadas pelo homem em quatrocentos anos de exploração predatória, decorrencia do uso da mata nativa para madeira, lenha, carvão e do avanço das atividades agropecuárias, baseado em um desmatamento generalizado e em sucessivas queimadas, que provocaram degradação da terra em imensas áreas, gerando em determinados locais processo de desertificação.

Dentre os estados brasileiros, o de Pernambuco possui 83% do seu território inserido no bioma caatinga (PORTAL BRASIL, 2016). Os municípios que estão localizados totalmente na região semiárida tem suas atividades econômicas atreladas a exploração direta dos recursos naturais, sendo este, um dos estados nordestinos que possui uma das maiores criações de bodes e ovelhas (caprino-ovinocultura), atividade esta responsável por degradações principalmente na vegetação e no solo.

Assim, foi realizada uma análise dos principais impactos ambientais causados na cobertura vegetal e no solo da caatinga, no município de Floresta – PE, em decorrência da atividade da caprino-ovinocultura a partir do índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI, verificando através de pesquisas de campo a alteração da paisagem e a gestão desses recursos naturais realizada pelo poder público.

## **2. Sobre a Caatinga**

Segundo Castro (2010), caatinga é um termo de origem indígena e significa floresta branca, termo que resulta da combinação dos elementos ca'a (floresta), tí (branco) e o sufixo ngá, (que lembra). Ainda segundo o autor, a razão para esta denominação reside na aparência que a floresta revela durante a estação seca, quando a quase totalidade das plantas está sem folhas e os troncos esbranquiçados, duas extraordinárias estratégias para diminuir as perdas de água nesta estação, outra estratégia igualmente destacável são as folhas modificadas na forma de espinhos (CASTRO, 2010). Com um conjunto de adaptações à deficiência hídrica, a caatinga se mostra como uma vegetação xerófila (“amiga da seca”), caducifólia e espinhosa, certamente, suas características mais notáveis (CASTRO, 2010).

Segundo Sampaio (2003) *apud* Gariglio, *et al* (2010) a caatinga situa-se em sua totalidade entre o Equador e o Tropicó de Capricórnio (cerca de 3° a 18° sul), dispondo de intensa luminosidade em todo seu território durante o ano. Ainda Sampaio (2003) *apud* Gariglio, *et al* (2010), as temperaturas são altas e pouco variáveis, espacial e temporalmente, com médias anuais entre 25°C e 30°C e poucos graus de diferença entre as médias dos meses mais frios e mais quentes.

Assim, luz e temperatura não são limitantes ao crescimento vegetal e não são causa de maior variabilidade ambiental na área de Caatinga.

A vegetação desse bioma tem características bem definidas em relação ao seu tipo de formação vegetal, como árvores de pequeno e grande porte, além de muitas cactáceas que têm estruturas adaptadas para o armazenamento de água. As árvores são formadas basicamente por troncos tortuosos recobertos por cortiça e espinhos, suas raízes cobrem toda a superfície do solo com o objetivo de capturar ao máximo a água durante as precipitações leves. Assim sendo, a vegetação é resultado da variação da disponibilidade de nutrientes e das irregularidades hídricas, da variação do solo e também da interferência do homem no meio. Dentro da região semiárida existem locais onde a disponibilidade hídrica superficial é perene, como regiões alagadas e consequentemente a vegetação ali presente não possui adaptação a aridez, predominando as espécies arbustivas e arbóreas. Geralmente essas áreas estão em dimensões pequenas e contribui para a diversidade da fauna, flora e também na maneira como é feito o seu uso e ocupação do solo. Nas áreas que se encontram fora das regiões alagadiças, porém ainda úmidas, primitivamente também se encontrava espécies arbóreas de grande porte.

Já nas regiões onde a disponibilidade hídrica é deficiente, são os lajedões com pouca cobertura vegetal e poucas espécies de plantas sobrevivendo nas fraturas existentes nas rochas e nos pequenos acúmulos de sedimentos que compõem a paisagem. Essas características fazem parte de grandes áreas da caatinga, tendo árvores com portes limitados, devido às condições menos favoráveis de desenvolvimento e também pela ação antrópica, com arvoretas esgalhadas e uma maior presença de arbustos.

### **3. Área de Estudo**

O município de Floresta tem uma área de aproximadamente 3.674,0 Km<sup>2</sup>, estando localizado na Mesorregião do São Francisco Pernambucano e na Região de desenvolvimento do Sertão de Itaparica, limitando-se ao Norte com Serra Talhada, Betânia e Custódia, ao sul com Inajá, Tacaratu, Petrolândia e o Estado da Bahia, a Leste com Ibimirim e a Oeste com Carnaubeira da Penha e Itacuruba com temperatura média anual de 26,1° C e sua vegetação predominante é a Caatinga Hiperxerófila (IBGE, 2016).

Este município brasileiro faz parte do Polígono das Secas, apresentando regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população. Está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas, onde esses relevos isolados



testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino (MMA, 2016). O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão, tendo como período chuvoso iniciando em novembro com término em abril e precipitação média anual de 431,8mm (MMA, 2016).

Floresta é o maior produtor de caprinos e ovinos do estado, com cerca de 316.033 mil cabeças de caprinos, seguido de ovinos com 170.246 cabeças (IBGE, 2016). Porém, a caprino-ovinocultura extensiva é reconhecida como grande fonte de degradação na região semiárida, onde afeta drasticamente a regeneração da vegetação, alterando os ciclos de nutrientes e o fluxo do ecossistema, causando degradação no meio físico e biótico e consequentemente alteração na paisagem da caatinga.

Apesar da grande importância do bioma para a região do nordeste brasileiro, este tem sido utilizado de maneira que está aumentando a sua degradação, levando assim o governo à criar mais unidades de conservação federais e estaduais, além de promover alternativas para o uso sustentável da sua biodiversidade.

No Brasil, a gestão desses recursos naturais vem sendo recentemente discutida e realizada pelo Ministério do Meio Ambiente e órgãos estaduais, através da criação de Unidades de Conservação (UC's). Segundo o MMA (2016):

em relação às Unidades de Conservação (UC's) federais, em 2009 foi criado o Monumento Natural do Rio São Francisco, com 27 mil hectares, que engloba os estados de Alagoas, Bahia e Sergipe e, em 2010, o Parque Nacional das Confusões, no Piauí foi ampliado em 300 mil hectares, passando a ter 823.435,7 hectares. Em 2012 foi criado o Parque Nacional da Fumaça, nos Municípios de Baraúna e Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, com 8.494 ha. Com estas novas unidades, a área protegida por unidades de conservação no bioma aumentou para cerca de 7,5%. Ainda assim, o bioma continuará como um dos menos protegidos do país, já que pouco mais de 1% destas unidades são de Proteção Integral. Ademais, grande parte das unidades de conservação do bioma, especialmente as Áreas de Proteção Ambiental – APAs, têm baixo nível de implementação (MMA, 2016).

Paralelamente ao trabalho para a criação dessas UC's Federais, algumas parcerias vêm sendo desenvolvidas entre o MMA e os Estados, desde 2009, para a criação de Unidades de Conservação Estaduais. Os primeiros resultados concretos já aparecem, como a criação do Parque Estadual da Mata da Pimenteira, em Serra Talhada-PE, e da Estação Ecológica Serra da Canoa, criada por Pernambuco em Floresta-PE, com cerca de 8 mil hectares, no dia da caatinga de 2012 (28/04/12).

No artigo 8º da Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981, na Lei Federal 9.985, de 18 de julho de 2000, e na Lei nº 13.787, de 8 de junho de 2009, considerando a grande riqueza de espécies de flora e fauna, inclusive raras, endêmicas, ameaçadas e/ou vulneráveis à extinção,

com novos registros para Pernambuco; considerando a grande variedade de habitats e a necessidade de ampliar o conhecimento sobre o bioma Caatinga; considerando a baixa representatividade do bioma Caatinga no Sistema Estadual de Unidades de Conservação; considerando as vulnerabilidades deste bioma, exclusivamente nacional, diante das perspectivas de mudanças climáticas, decreta:

art. 1º. Fica criada a Estação Ecológica Serra da Canoa, situada no Município de Floresta, neste Estado, totalizando uma área de 7.598,71 ha (sete mil, quinhentos e noventa e oito hectares e setenta e um ares), conforme Memorial Descritivo e delimitação geográfica constantes dos Anexos I e II, desta Lei.

Essa Unidade de Conservação tem por objetivos contribuir para a preservação e a restauração da diversidade ecológica da caatinga, ampliando a representatividade dos ecossistemas estaduais protegidos como Unidades de Conservação; proteger as espécies endêmicas e as espécies raras ameaçadas de extinção ocorrentes na área e nos remanescentes florestais da região; promover e apoiar atividades de pesquisas, estudos e monitoramento ambiental; favorecer condições e promover atividades ecopedagógicas; criar refúgio para a biodiversidade na região; possibilitar a criação de Mosaico de Unidades de Conservação e a formação de Corredores Ecológicos e incentivar ações de recuperação das áreas degradadas.

Dessa maneira, com a organização e definição dos subsistemas, são traçadas diretrizes para que ocorra uma gestão efetiva, com o intuito de preservar o patrimônio público e consequentemente garantir a sustentabilidade da região.

Segundo OREA (2013, p.73-74):

El sistema territorial de un país se organiza en subsistemas según niveles jerárquicos, donde las unidades territoriales de cada nivel se integran en las de nivel superior e integran a las de nivel inferior; que cada nivel corresponden estructuras, conflictos, problemas y potencialidades territoriales propios y específicos de su rango, de tal manera que no se pueden planificar desde niveles inferiores las estructuras que corresponden a niveles territoriales superiores, ni prevenir o resolver sus problemas, ni aprovechar las potencialidades; y que en términos generales opera el principio de coherencia que indica cómo a cada tipo de conflicto corresponde un nivel en el que debe ser tratado, el principio de subsidiariedad que establece cómo cada conflicto ou problema deber ser atendido (previsto o resuelto) y cada potencialidad aprovechada en el nivel jerárquico más bajo posible (o lo que es lo mismo: las instancias administrativas superiores evitarán interferir en aquello que puedan atender los niveles inferiores), y el principio de contracorriente que señala cómo las determinaciones de los niveles superiores son referencia para los inferiores, pero éstos participan en la formulación de aquellas.

#### 4. Materiais e Métodos

O presente artigo foi desenvolvido baseado no processamento de imagens, ambas do ano de 2015, cujos meses abril e setembro representam períodos de cheia e estiagem, respectivamente, na região de estudo. As imagens foram obtidas no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, oriundas do satélite LANDSAT 8, sensor TM, órbita 216, ponto 66.

O processamento ocorreu no laboratório de geoprocessamento da Universidade Salvador – UNIFACS, através do Software QGIS versão 2.10.1, onde foi possível obter o Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que corresponde à um modelo resultante da combinação dos níveis de reflectância em imagens de satélites. Sua geração se dá pela diferença entre a reflectância do infravermelho próximo (IP) e a reflectância do vermelho (V), dividida, respectivamente, pela soma das duas reflectâncias, conforme equação (RAMOS, *et al.*, 2010):

$$NDVI = (IP - V) / (IP + V)$$

O IP é o comprimento de onda cuja vegetação reflete com maior intensidade a luz solar, e o V, o comprimento de onda onde a reflectância é baixa. Essa equação gera um índice que varia de -1 a 1, que quanto mais próximo de 1, maior a incidência de vegetação (RAMOS, *et al.*, 2010)

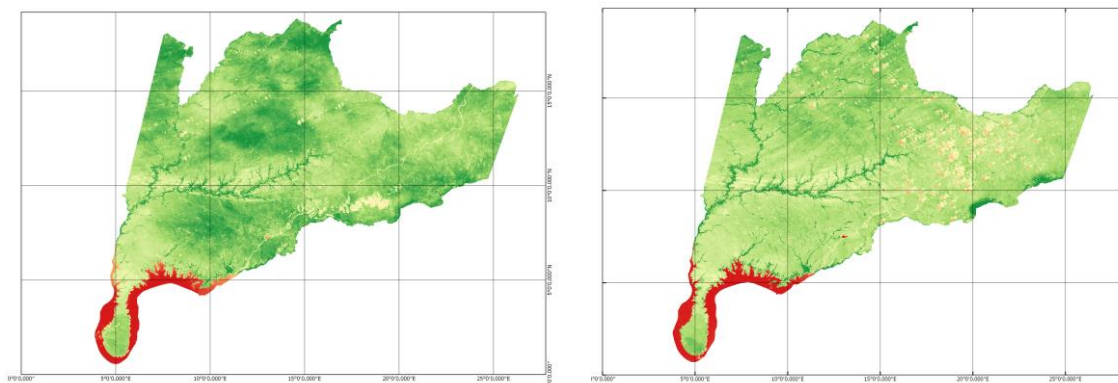
Segundo Gurgel (2003) apud Ramos *et al.* (2010), para a Caatinga, o NDVI apresenta valores de variação mais elevados entre os meses de dezembro a maio, quando se tem o período chuvoso, esses valores caracterizam diferenças da cobertura vegetal, ou seja, caracteriza presença e disponibilidade de recursos naturais distintos.

Para o estudo também houve a necessidade de pesquisa de campo, onde foram percorridas áreas distintas do município de Floresta, para identificar os principais usos e ocupação do solo, verificando quais atividades que causam mais impactos e estão mais presentes, de acordo com levantamento prévio realizado. Além da observação, foram coletadas coordenadas de pontos específicos para a classificação de determinadas áreas, sendo elas: corpos hídricos, mata ciliar, assoreamento, agricultura e pastagem; para serem posteriormente analisadas as diferenças de biomassa com o uso do NDVI.

#### 5. Resultados e Discussões

A análise do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada permite visualizar a diferença da biomassa em determinadas áreas no mapa. No comparativo entre o mês de abril e setembro de 2015, (Figuras 1 e 2) percebe-se que o período compreendido no mês de abril, época com maior incidência de chuva, apresenta maiores áreas verdes, enquanto que imagem de Setembro do

mesmo ano, período de seca apresenta menores quantidades dessas áreas. Contudo, mesmo em épocas com a presença das chuvas, observa-se a redução da vegetação em áreas específicas.



Figuras 1 e 2: Comparativo de áreas verdes do município de Floresta (PE), para os meses de abril e setembro de 2015, respectivamente, com base no NDVI.

Fonte: Elaboração própria

As áreas de estudo foram classificadas como água, agricultura, pastagem, assoreamento e mata ciliar. Os valores de NDVI variam em um intervalo entre -1 e 1, cuja biomassa é praticamente inexistente nos pontos mais próximos de -1, e apresenta alto índice de vegetação nos pontos que se aproximam de 1. Para a imagem de setembro, tem-se o valor mínimo do NDVI em locais como corpos hídricos, nesse caso o rio São Francisco, com valores médios de -0,085056 devido ao volume das águas e a sua profundidade que já foi alterada devido ao assoreamento, e os valores mais altos se encontram em áreas de mata ciliar e agricultura, em torno de 0,227632.

Observando a Figura 3, é possível perceber que as áreas próximas a corpos d'água apresentam alta biomassa, característica comum por se tratarem de regiões de mata ciliar ou agricultura irrigada, contudo, locais que fazem fronteira à essas áreas, encontram-se também regiões cuja biomassa tende à valores mais baixos, sendo reconhecidas como regiões de pasto onde a caprino-ovinocultura se apresenta.

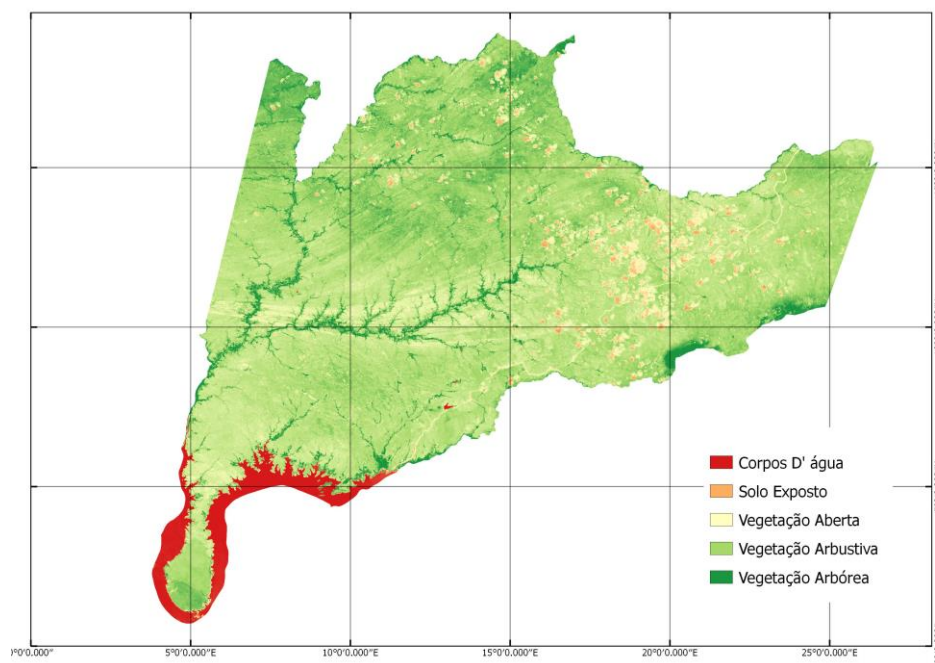


Figura 3: Representatividade do NDVI através da coloração, Imagem setembro/15.

Fonte: Elaboração própria

A pecuária é a atividade com maior presença na região, predominando a criação de bodes e ovelhas devido ao ambiente semiárido restringir o seu uso, porém essa prática acarreta na retirada da cobertura vegetal e posterior exposição do solo muitas vezes permanente, deixando o local propício para maior atuação da erosão e consequentemente desertificação (Figuras 4 e 5).



Figuras 4 e 5 - Local impactado na caatinga em decorrência da caprino-ovinocultura  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2015

Com a realização da pesquisa de campo, também foi possível identificar as outras atividades que fazem uso e/ou ocupação do solo da região brasileira, estando a exploração madeireira e a agricultura contribuindo com a economia da região e degradação da caatinga. A madeira é utilizada na fabricação de carvão com fins comerciais e para a produção de estacas para

cercamento, que são comercializadas ou consumidas pelos próprios agricultores que possuem terras no local. Geralmente são moradores de pequenas comunidades que realizam essas atividades, muitas vezes sendo a principal fonte de renda das famílias e utilizam espécies ameaçadas e/ou em extinção, como a aroeira, por exemplo.

Em relação a agricultura, o uso é mais restrito. Nos períodos de chuva os agricultores utilizam a água precipitada que se encontra presente nos riachos intermitentes durante alguns meses para irrigar pequenas plantações, geralmente feijão, melão, milho e melancia. Nas margens do Rio Pajeú, a presença dessa atividade é um pouco maior, ficando presente durante todo o ano, mesmo sendo em pequenas quantidades, com culturas de coco, goiaba, dentre outros.

## 6. Conclusões

A caatinga vem sendo explorada pelo trabalhador rural do Nordeste brasileiro há muitos anos e de maneiras diversificadas. São restritas as atividades que podem ser desempenhadas com a utilização do bioma, porém a pecuária ocorre de forma mais acentuada, quando comparada à outras. Como qualquer exploração que é feita ao meio ambiente, de alguma maneira gera a sua degradação, como é o caso da deterioração da caatinga no município de Floresta – PE decorrente da atividade da caprino-ovinocultura. Com os estudos das imagens e a realização da pesquisa de campo, foi possível verificar que certas áreas desse município brasileiro já se encontra com o solo exposto, com a vegetação impactada, tendo como uma das consequências a alteração da paisagem local.

O pisoteio devido à grande concentração de animais, resulta em efeitos deletérios na estabilidade dos agregados do solo, onde alterações nas estruturas podem comprometer a aeração e o transporte de nutrientes, o que reflete na absorção e no crescimento das plantas. Por apresentar menor demanda por investimento, a pecuária local possui um caráter extensivo, ou seja, criação de animais com a ocupação de grandes áreas, sendo realizada tanto em grandes latifúndios quanto em pequenas áreas familiares, todavia, independente da área de fazenda, os caprinos e ovinos são cultivados soltos, com certa liberdade, preenchendo assim grandes áreas da caatinga local.

Mesmo o bioma caatinga sendo um patrimônio natural da humanidade, o uso dos seus recursos ainda continuam sendo feitos de maneira desordenada, sem uma gestão eficiente. A exploração realizada de maneira desordenada compromete todo o equilíbrio do ecossistema, alterando a paisagem e comprometendo toda a biodiversidade. A criação de Unidades de Conservação federais e estaduais com gestão territorial, é o primeiro passo para que possa ocorrer o gerenciamento de maneira eficiente, desde que o poder público esteja empenhado em colocar

em prática as diretrizes que foram criadas para a recuperação e/ou manutenção da dinâmica do bioma.

## 7. Bibliografia

Castro, A. S., Cavalcante, A. (2010). *Flores da Caatinga*. Instituto Nacional do Semiárido, 2010. 116p. Disponível em [http://www.insa.gov.br/?page\\_id=57#.VII6kPmrTIU](http://www.insa.gov.br/?page_id=57#.VII6kPmrTIU). [Acedido em 17 de fevereiro de 2016]

Decreto Nº 38.133 de 27 abril de 2014. Legislação do Estado de Pernambuco. Estação Ecológica Serra da Canoa. Disponível em <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=240834>. [Acedido em 11 de fevereiro de 2016]

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pernambuco. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=260570&search=pernambuco|flores|ta|info graficos:-historico>. [Acedido em 10 de fevereiro de 2016].

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade Brasileira. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>. [Acedido em 12 de fevereiro de 2016].

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Caatinga. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. [Acedido em 12 de fevereiro de 2016].

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Iniciativas de Uso Sustentável. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/iniciativas-de-uso-sustent%C3%A1vel>. [Acedido em 12 de fevereiro de 2016]

Orea, D.G., Villarino, A. G. (2013). *Ordenación Territorial*. Ediciones Mundi-Prensa (pp. 73-74)

Portal Brasil. Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2009/10/biomas-brasileiros>. [Acedido em 15 de fevereiro de 2016]

Ramos, R. R. D. et al. (2010). Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na avaliação de áreas degradadas e potenciais para Unidades de Conservação. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação. [Online] 001 – 006. Disponível em [https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO\\_CD/artigos/Todos\\_Artigos/A\\_157.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_157.pdf). [Acedido em 12 de fevereiro de 2016]

Sampaio, . et al. (2009). A Economia da Caprinocultura em Pernambuco: Problemas e Perspectivas. In: Revista de Economia, v 35, Nº2. [Oline] 137 - 159. Disponível em <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/economia/article/download/16704/11103>. [Acedido em 12 de fevereiro de 2016]

## O PANTANAL E A(S) FRONTEIRA (S) DE UMA PAISAGEM COMPLEXA

P. C. S. Martins <sup>(a)</sup>, C. Silva <sup>(b)</sup>, M. Boin <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidade Federal da Grande Dourados  
martinspatriciacristina@gmail.com .

<sup>(b)</sup> Universidade Federal da Grande Dourados  
charleiSilva@ufgd.edu.br

<sup>(c)</sup> Universidade Federal da Grande Dourados  
boinmar@hotmail.com

### Resumo

O presente trabalho apresenta resultados iniciais de uma pesquisa de Doutorado realizada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados. Utilizando a paisagem como categoria analítica tratada (s) paisagem (ns) e o patrimônio natural do Pantanal Sul-Mato-Grossense e Boliviano dando destaque a complexidade desta paisagem bem como alguns aspectos relacionados aos desafios e a gestão de um patrimônio natural transfronteiriço.

**Palavras chave:** Pantanal Sul-Mato-Grossense e Boliviano; diversidade; complexidade; paisagem.

### 1. O (re) conhecimento da paisagem

Paisagem é um termo amplo, associado a muitas definições (Escribano, 1991) e muitas vezes impreciso (Bertrand, 2004; Rougerie e Beroutchachvilli, 1991; Roger, 1995 apud Verdum, 2012). Os conceitos associados ao termo variam ao longo do tempo sendo que havia uma tendência de ora ampliar a definição ou dar maior precisão e um sentido mais concreto (Bólos, 1992). Há uma dificuldade em se estabelecer uma definição universal.

Bertrand (2004) utiliza a palavra “cômodo” no sentido de que o termo paisagem é utilizado de diferentes maneiras, cada um a seu “*bel prazer*”, e que dependendo do qualitativo de restrição alterará o sentido. A definição desse autor certamente é clássica e continuará sendo considerada “É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (op. cit.p, 141).

Bólos (1992) menciona que um primeiro significado do termo paisagem deriva do latim – *pagus* – que significa país no sentido de lugar e a partir disso aparecem as diferentes formas: paisaje (castellano), paisatge (catalán), paisaxe (galego), em eurskaro, paysage (francês), paesaggio (italiano). Já no caso da língua alemã, inglesa e holandesa há um paralelismo com a palavra



*land*, com praticamente o mesmo sentido anterior e que derivam as palavras *lanschaft* (em alemão), *landschap* (em holandês) e *landscape* (em inglês). Ainda para esta autora na maior parte das definições há um predomínio da visão subjetiva.

O conceito associado às artes, a pintura expresso em um recorte espacial para Bólos (1992) seria um segundo significado para o termo.

Na geografia, o termo começa a ser usado a partir do século XIX, como um conjunto de forma que caracteriza uma determinada porção da superfície terrestre.

Ainda segundo a autora foi o naturalista alemão Alexander Von Humboldt que apresentou de forma coerente a estrutura da superfície terrestre e a definição de natureza relacionada ao conceito de paisagem integrada. Para a autora, foram as definições deste cientista que fundamentam a Ciência da paisagem que a autora resume em seis aspectos (Bólos, 1992, p. 7 e 8): - a unidade do cosmos, do universo e da superfície terrestre; - a globalidade que é alcançada através das múltiplas relações;- a natureza é algo muito dinâmico, em constante movimento, mas em direção a um equilíbrio determinado;- o movimento interno comporta a constituição de diferentes fisionomias que correspondem a outras tantas unidades que podem ser classificadas mediante uma taxonomia adequada;- utilização do método racional empírico;- busca de leis gerais.

Assim os geógrafos começam a pesquisar os elementos da paisagem em função da sua forma e magnitude e, conseqüentemente, obtém uma identificação ou classificação das paisagens. Para esse processo é fundamental que a considere como um conjunto de elementos da natureza observados a partir de um ponto de referência (Verdum, 2012).

Assim entende-se a paisagem a partir de uma abordagem sistêmica que exige uma análise integrada dos aspectos físicos, naturais e humanos.

Conforme o exposto, a paisagem é um resultado de forças naturais e humanas que constitui um fato físico e cultural, os quais estão interligados no espaço em um determinado período (tempo), entendendo esse resultado como o produto e não como uma imagem. Deve ser entendida também como uma estrutura morfológica determinada, que pode ser mensurada, quantificada e qualificada (Maciel, Lima, 2012, p. 169)

## **2. A (s) paisagem(ns) e o patrimônio natural do Pantanal Sul-Mato-Grossense e Boliviano**

Localizado na Bacia do Alto Paraguai (BAP) o Pantanal<sup>1</sup> é uma das maiores planícies alagáveis do mundo com 138. 183km<sup>2</sup> (Figura - 1), disseminado entre os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul além de uma pequena parte em território boliviano -15.000 km<sup>2</sup> - e paraguaio -

---

<sup>1</sup> A BAP é uma das 12 Regiões Hidrográficas do Brasil (Magrini et. al, 2008).

5.000 km<sup>2</sup> (Brasil, 1997). Setorizada em Planalto (64%) e Planície Pantaneira (36%) (Rabelo, Moreira, Bertassoni, 2012).

Essas duas grandes unidades geomorfológicas da BAP são distintas em recursos naturais e comportamentos hidrológicos, contudo são interdependentes em seus processos ecológicos, uma vez que o Planalto acomoda as nascentes dos principais rios que alimentam a planície pantaneira.

A planície aluvionar do Pantanal tem seus limites marcados por variados sistemas de elevações do planalto, como chapadas, serras e maciços (Magalhães, 1992). Por exemplo, a Chapada dos Guimarães, as Serras de Maracajú, Amolar e Bodoquena; e o Maciço do Urucum (Rabelo, Moreira, Bertassoni, 2012, p.39).

A área da pesquisa compreende um trecho do Pantanal localizado nas cidades de Corumbá/MS/Brasil que faz fronteira com os municípios bolivianos de Puerto Suárez e Puerto Quijarro localizados no Departamento de Santa Cruz<sup>2</sup>.



Figura 1 - Vista da BR 262 próximo a Corumbá: a cheia e as morrarias

Fonte: Laboratório de Geografia Física / UFGD (2016).

Segundo Ab'Saber (2006), o Pantanal é sem dúvida, a mais importante bacia detrítica quaternária do país sendo uma paisagem de exceção. É considerado ainda uma das maiores extensões úmidas contínuas do mundo (Brasil, 2016). Sua importância ambiental está relacionada à grande variedade florística e faunística que resulta em um mosaico integrado de paisagens que recebe influência das regiões Amazônica, dos Cerrados, da Mata Atlântica e do Chaco<sup>3</sup> –sendo transição de quarto dos seis biomas brasileiros: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal - que contribuem maximizando a sua diversidade biológica que é sustentada pelo regime hidrológico. A diversidade de paisagens terrestres, aquáticas e semi-

<sup>2</sup> A República Federativa do Brasil é dividida em 26 Estados e um Distrito Federal. Já o Estado Plurinacional da Bolívia é composto por 9 Departamentos, 112 províncias, 320 seções de províncias (municípios) e 1384 cantones (Embaixada da Bolívia no Brasil, 2015).

<sup>3</sup> Chaco é o nome dado ao Pantanal situado no norte do Paraguai e a leste da Bolívia (Brasil, 2016).

aquáticas é fruto do pulso sazonal de inundação somado ao relevo bastante plano da planície (Magrini, et. al, 2008). Para do Rio (2011) a diversidade é um aspecto preponderante para a caracterização dos pantanais brasileiro, boliviano e o chaco paraguaio. “São ambientes singularizados, entre outros traços marcantes, pela biodiversidade, regime fluvial e volume de água doce disponível”.

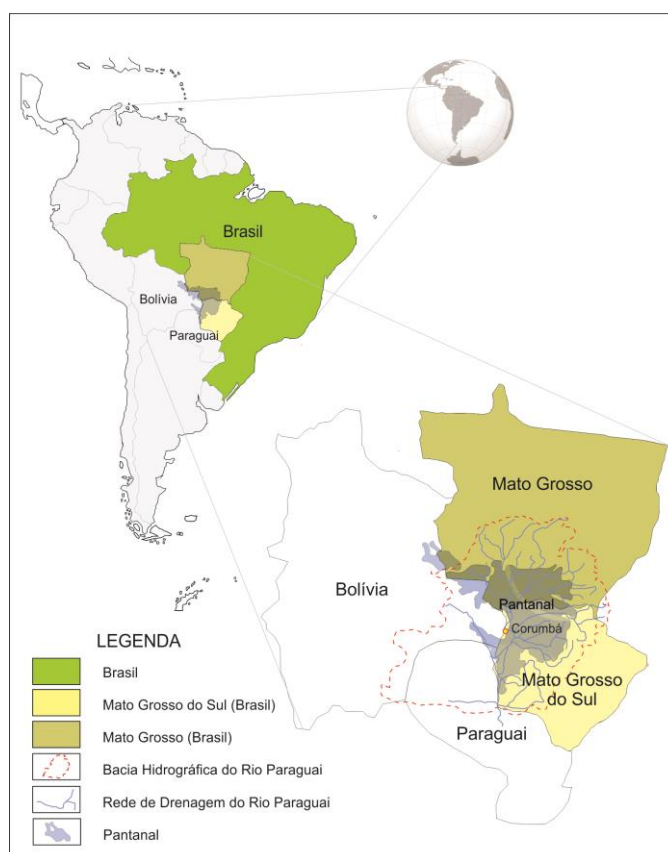


Figura 2 - Localização da área de estudo.

Fonte: (Autores, 2016).

As estações de seca e cheia características dessa planície, são frutos dos pulsos de inundação. Tais pulsos são um processo ecológico essencial que comanda a riqueza, a distribuição e a abundância da biodiversidade local (Resende, 2004).

Localmente a paisagem cênica é composta pelo relevo aplainado da planície pantaneira alagável, contrastando com o relevo residual de morrarias, que se destacam por inselbergs, ilhado no aplainamento regional. Em função de tais características é Patrimônio Nacional – declarado pela Constituição Brasileira de 1988 – , Patrimônio Natural da Humanidade pela Unesco (desde 2000) além de possuir sítios considerados significativos do ponto de vista internacional pela Convenção de Áreas Úmidas RAMSAR.

### 3. A (s) fronteira (s) de uma paisagem complexa

Podemos dizer que um dos aspectos relacionados a complexidade desta paisagem está relacionado aos “Pantanais” do Pantanal. Do lado brasileiro, diversas pesquisas têm sido feitas para caracterizar as paisagens pantaneiras, sobretudo do ponto de vista de sua delimitação (Adámoli, 1982, Bazzo et. al, 2012; Mioto, Paranhos Filho, Albrez, 2012; Silva, Abdon, 1998) dentre outros. Cada autor utiliza determinado critério e metodologia (aspectos como vegetação, umidade, processo de sedimentação por exemplo). Inclusive quando se atribui maior ou menor importância a determinado critério ou mesmo um único elemento fisiográfico existem alterações nos níveis de detalhes e contornos obtidos. As divergências aparecem justamente sobre os limites de cada área.

... o simples fato de atribuir importância maior ou menor a determinado critério ou, ainda, a um único elemento fisiográfico provoca alterações nos níveis de detalhes e contornos obtidos. Isto pode provocar agregação ou desagregação de áreas que determinam outras sub-regiões, ou seja, um contorno que antes era mal definido pode passar a ser facilmente reconhecido por uma mudança abrupta na feição do terreno, ou vice-versa (Silva, Abdon, 1998, p. 1704).

Complexidade ainda expressa pelas atividades econômicas das cidades mas, sobretudo, pela própria configuração do local. Corumbá é o município com maior extensão territorial do estado de Mato Grosso do Sul, possui sete distritos – Albuquerque, Amolar, Forte Coimbra, Nhecolândia, Paiguás, Porto da Manga e Porto Esperança (Corumbá, 2014) e é um dos municípios que possui a maior superfície do seu território – 95.6% - no Pantanal (Silva, Abdon, 1998). Ainda em seu território, existem nove Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's), dois Parques Municipais Naturais, o Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro (PEPRN) que é uma Unidade de Conservação Estadual e a Estrada Parque Pantanal que é uma Área Especial de Interesse Turístico.

A área, é considerada uma junção semi-conurbada de núcleos urbanos brasileiros – Corumbá e Ladário/MS - , bolivianos – Puerto Suárez e Puerto Quijarro - e de importante articulação sócio-econômica-cultural (Oliveira, 2008). É também um dos 39 municípios do estado que está na chamada faixa de fronteira e um dos 12 que situam-se na linha de fronteira. Por esse aspecto é considerada uma cidade gêmea juntamente com Puerto Suárez que pertence ao Departamento de Santa Cruz/Bolívia localiza-se junto a Lagoa Cáceres que se comunica com o Rio Paraguai pelo canal Tamengo. Tais cidades são consideradas um caso de semi-conurbação pelo fato das cidades não serem ligadas de forma contígua (Oliveira, 2008). Puerto Quijarro também na Bolívia está a 4 km de Corumbá e a 15 de Puerto Suarez. Há ainda o município brasileiro de Ladário que está “encravado” no interior do município de Corumbá/MS (Figura - 3).

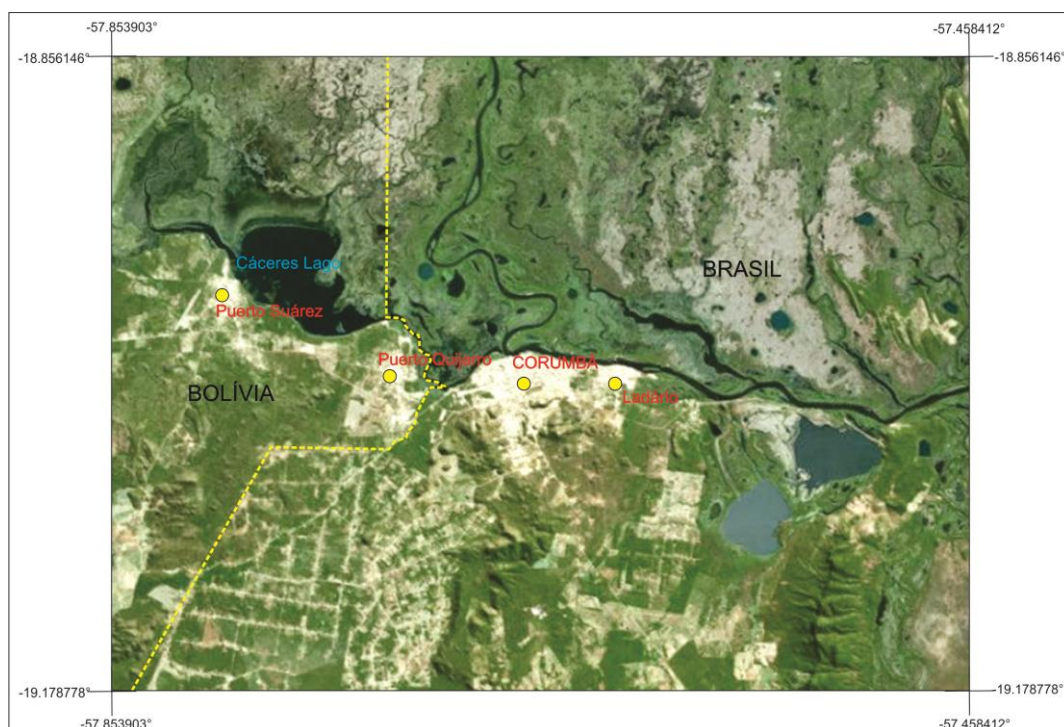


Figura 3 - Cidades brasileiras conurbadas ou ligadas à outras cidades da Bolívia.

Fonte: Dos autores (2016).

A economia de Corumbá/MS está relacionada com as atividades de pecuária, mineração, pesca e turismo. A base econômica de Puerto Suárez está na agricultura, pecuária, indústria, turismo e atividades de comércio exterior. Já a de Puerto Quijarro está alicerçada na exportação de cereais e derivados através de seu porto – Puerto Aguirre, bem como com o intercâmbio comercial com Corumbá.

O potencial turístico desse patrimônio natural em Corumbá está relacionado ao turismo de pesca, ecoturismo que aqui é entendido como Turismo de Natureza<sup>4</sup>. Já as cidades bolivianas, apesar de serem conhecidas apenas pelo Turismo de Compras também situam-se no Pantanal, possuem atrativos turísticos interessantes mas até o presente momento percebeu-se que esse patrimônio natural não tem sido objeto do turismo de natureza.

Embora não seja o foco desse trabalho é importante ressaltar que Corumbá é um dos núcleos urbanos mais antigos do Mato Grosso do Sul, possui peculiaridades em sua paisagem urbana relacionada ao seu conjunto histórico, arquitetônico e paisagístico que foi tombado em 1993. Esse patrimônio construído durante o período do ecletismo, edificado por construtores italianos

<sup>4</sup> Turismo de Natureza é um termo ainda em construção mas que já vem sendo trabalhado por alguns autores (SILVA, 2006; Luchiari, 2007; Lunas, et al, 2014) Este Segmento reúne tipologias turísticas cujo produto é proveniente a priori, de ambientes naturais conservados – como por exemplo o ecoturismo, turismo de contemplação, turismo de pesca - que desfrutam direta ou diretamente da natureza consumindo-a como um produto de mercado, não nega a existência de impactos ambientais (Silva, 2006).

e portugueses é resultado de uma época próspera quando a cidade viveu seu apogeu relacionado a expansão do comércio portuário (IPHAN, 2016).

Entende-se que a paisagem também é complexa pela diversidade de usos, formas e funções que a mesma desempenha: turismo de natureza e de compras; pecuária; minério; fábrica de cimento e areia; é uma área militar e de fronteira; patrimônio histórico relevante; parte de um Geopark<sup>5</sup>, dentre outros. Oliveira (2010, p.243-244) retratou de uma maneira interessante as peculiaridades dessa fronteira:

Nas proximidades de 150 mil habitantes, esse território conduz um extravagante movimento de fluxos de mercadorias e transeuntes, que causa frisson em qualquer observante. Gás, minério, turismo, exportação e reexportação aludem um vai-e-vem de barcos e barcaças no rio, acenam com um transbordo de passageiros terrestres nas diversas linhas de coletivos intermunicipais, interestaduais e internacionais, um formigueiro de veículos (carros, motos e similares) passa e repassa a fronteira, comprando e vendendo roupas, verduras, brinquedos, bebidas, fraldas e serviços.

Complexidade expressa, sobretudo pelo seu geossistema que no nosso entendimento enquanto entidade de estudo da paisagem evidencia a relevância da ação e dinâmica antrópica na modificação da paisagem - a interação e a integração dos elementos abióticos (solo, relevo, clima, hidrografia), bióticos (vegetação e animais) juntamente com ações antrópicas (Neves; Hirata; Stipp, 2014). A autora Vale (2012, p. 104) ilustra bem essa questão:

No geossistema ocorre a combinação do potencial ecológico, que envolve o clima, a hidrologia e a geomorfologia; a exploração biológica, incluindo a fauna, a flora e o solo, além da ação antrópica, representada pelas manifestações sociais, econômicas, culturais da sociedade. Nesse sentido, entende que, o geossistema é um “palco” no qual pode ser percebida a inter-relação sociedade-natureza, e que pode ser mapeado, lido e compreendido pela ótica de um geógrafo.

Destaca-se ainda que no entorno dessas cidades estão alguns dos maiores ativos minerais da América do Sul (Silva, 2012). A formação conhecida como Maciço do Urucum é responsável por Corumbá possuir a 2ª maior jazida de ferro e a 3ª maior de manganês do mundo (Martins, Martins, 2010) nas morrarias do Urucum, Mutum e Jacadigo (Oliveira, 2008). Já na fronteira boliviana a Serraria do Mutún é considerada a maior reserva mundial de minério de ferro (Silva, 2012).

---

<sup>5</sup> Não é o foco do trabalho, mas registramos que Corumbá/MS possui alguns dos geossítios do Geopark Bodoquena-Pantanal. A área desse Geopark abrange a Serra da Bodoquena e entorno imediato, bem como áreas do Pantanal do Jacadigo-Nabilque e da região de Corumbá num total de 39.700km<sup>2</sup> (MATO GROSSO DO SUL, 2009). Para maiores informações consultar: <http://www.geoparkbodoquenapantanal.ms.gov.br/>

#### 4. Pantanal Patrimônio natural transfronteiriço: gestão e desafios

Como gerir esse território, o Pantanal considerando todas essas paisagens complexas ou essa complexidade expressa na paisagem?

Ao contrário do Brasil que possui diversos Projetos e Pesquisas relacionados ao Pantanal a Bolívia possui pouca informação - sobre a composição florística de sua vegetação nativa, se existe essa divisão em diversos Pantanaís, detalhes sobre a biodiversidade, solo, relevo, regime de inundação dentre outras características. Não se sabe ao certo se do lado boliviano também há uma divisão em Pantanaís, que Projetos tem sido pensados e de que maneira o Pantanal boliviano é visto pelas instâncias nacionais, departamentais e municipais.

Até o presente momento da pesquisa, percebe-se que o Pantanal Boliviano é associado a um destino turístico, porém com poucos dados estatísticos, bem como impactos a respeito da atividade turística sobre o local. As cidades são conhecidas pelas compras, sobretudo produtos importados de consumo (MARTINS; MARTINS, 2010). Há um Parque Nacional e área natural de Manejo Integrado chamado Otuquis que envolve ao Sul o município de Puerto Suárez e ao norte Puerto Quijarro que desde 2001 também foi classificado como Sítio Ramsar. Segundo dados do Sistema Nacional de áreas Protegidas da Bolívia o Pantanal Boliviano teria mais potencial para o ecoturismo do que a área do Pantanal localizada no Brasil pelo fato de estar praticamente intacto e por apresentar maior concentração de vida Silvestre (Senarp, 2016).

Em Porto Suarez existem quatro grandes paisagens fisiográficas: serras, planícies, colinas e planícies alagáveis e parte do território municipal corresponde a áreas de inundação - breve e duradoura - (MARTINS, MARTINS, 2010).

Já Porto Quijarro apresenta as planícies, colinas, planícies aluviais e de inundação como paisagens fisiográficas. 80% do solo do município é ocupada com parques e reservas (MARTINS, MARTINS, 2010). Ainda segundo os autores, existem poucos dados sobre a composição florística das florestas que correspondem a formações semidecíduais de origem chiquitana. A fauna também é diversa "... mas ainda não existem estudos mais específicos e comparativos sobre sua formação geológica e geomorfológica" (FIGUEIREDO, 2010, p. 130).

Porém, não se sabe a extensão dessa área úmida, detalhes sobre biodiversidade, solo, relevo, regime de inundação dentre outras características desse geossistema como temos sobre o Pantanal brasileiro "... ao contrário do que se imagina, nem todas as áreas do Pantanal são afetadas, podendo-se dividir o Pantanal em regiões baixas, que quase sempre permanecem alagadas, regiões de altitude intermediária, que inundam durante o período de cheia, e regiões altas, que nunca inundam (OLIVEIRA, PAGOTTO, PARANHOS FILHO, MOREIRA, 2012, p. 30).

Outra questão interessante a esse respeito é que a Bolívia não possui acesso ao Rio Paraguai. A conexão – que é o principal acesso – se dá pelo canal Tamengo. Segundo Martins; Martins (2010, p. 195) “O sistema Tamengo é um curso natural de água que liga a lagoa Cáceres ao rio Paraguai. Na margem sudoeste da lagoa se localiza Puerto Suárez e no canal localizam-se Puerto Aguirre e Puerto Quijarro”.

Percebe-se a atenção e responsabilidade de ambos os países quanto a preservação deste Patrimônio Natural (do lado brasileiro via Ministério do Meio Ambiente, Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, diversas ONGS nacionais e internacionais, Agência Nacional de Águas dentre outros) e do lado boliviano dois documentos levantados até o presente momento também mostram essa preocupação (Bolivia, 2009 e Halloy et al, 2005).

Porém, esse cuidado ou preocupação é sempre de maneira isolada sendo que os recursos naturais não devem ser considerados estanques ou serem limitados do lado brasileiro ou boliviano. O Pantanal é um só. A gestão exige comprometimento de ambos os países e ações conjuntas.

Até o encerramento da elaboração deste artigo encontrou-se apenas um artigo que fala sobre espaços protegidos transfronteiriços (Do Rio, 2011). A autora trabalha com a ideia de patrimonialização desses espaços e alerta que isso pode modificar a estrutura de governança entre os países de maneira positiva (quando são criadas novas institucionalidades e é possível articular negociações mais participativas), mas também em alguns casos pode representar alguns obstáculos. A autora chama a atenção para o fato de que a preocupação em se incluir as áreas úmidas e os cursos d'água como patrimônio em função da biodiversidade desses locais é algo recente.

## **5. Considerações Finais**

Para Bólos (1981) partindo do princípio que o objeto da Geografia está na compreensão das estruturas e do imenso sistema de interconexões que acontecem na superfície terrestre é evidente pensar na integração de um sistema que abranja elementos físicos e biológicos. Para a autora, em uma área complexa – como é o caso do Pantanal – deve ser pensada a partir do entendimento de seus processos. E a paisagem pode considerar, incluir, e, se definir, no âmbito dessa complexidade.

A nosso ver um modelo que obrigatoriamente considere as características do geossistema dos Pantaneis brasileiro e boliviano mas sobretudo as inter-relações e interdependências presentes nesse local que será analisado como um sistema, o qual possa incorporar aspectos temporais, os elementos sociais e da natureza. Processo ainda



que considere duas transformações: a transformação sazonal da paisagem em função dos pulsos de inundação (cheia x seca) que não altera o processual mas altera a paisagem cênica e as transformações nessa paisagem a partir dos diversos usos e funções que a mesma desempenha. Nesse sentido, o ritmo, o tempo, o espaço da natureza e da sociedade terão influência nesses processos.

Frente aos aspectos e questões abordadas anteriormente ressalta-se que está em andamento a pesquisa de Doutorado “Paisagem e Turismo de Natureza no Pantanal de Corumbá/MS/Brasil, Puerto Suárez e Puerto Quijarro/Santa Cruz/Bolívia e suas relações transfronteiriças” realizada no âmbito do Laboratório de Geografia Física da Universidade Federal da Grande Dourados. Além de tratar das questões trazidas nesse trabalho, em linhas gerais a pesquisa pretende entender o Turismo de Natureza no Pantanal de Corumbá/MS/Brasil, Puerto Suárez e Puerto Quijarro/Santa Cruz/Bolívia e suas relações transfronteiriças tendo a paisagem como foco principal de análise. Certamente parte dos questionamentos colocados no presente artigo serão respondidos e poderão contribuir futuramente com os estudos da paisagem, do Pantanal enquanto Patrimônio Natural e com a gestão desse território.

Entende-se que as pesquisas e estudos da paisagem enquanto categoria analítica da geografia demonstram possibilidades de instrumentos de decisão no âmbito institucional e de manifestação pública (Verdum, 2012) e certamente contribuirão para a leitura das paisagens do pantanal sul-mato-grossense e boliviano bem como de outros locais.

## 6. Bibliografia

- Ab´Saber, A. N. (2006). *Brasil: paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal Mato-Grossense: patrimônios básicos*. Cotia, SP: Ateliê Editorial.
- Bazzo, J. C. et al. (2012). Aspectos geofísicos e ambientais do Pantanal da Nhecolândia. *Revista de Geografia* (UFPE). [Online], v. 29, n. 1, 141-161. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewArticle/407>. [Acesso em 07 de março de 2016]
- Bertrand, G. (2004). Paisagem e Geografia física global. Esboço metodológico. *RA'E GA*, . [Online], n. 8, 141-152. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/view/3389/2718>. [Acesso em 07 de março de 2016] .
- Bolós, M. (Org.) (1992). *Manual de Ciencia del paisaje: teorías, métodos y aplicaciones*. Barcelona: Ed. Masson. Colección de Geografía.
- Bolivia (2009). *Plan de uso del suelo*. Plus ´ - Santa Cruz. Gobierno Departamental Autónomo de Santa Cruz. [Online]. Disponível em <<http://santacruz.gob.bo/archivos/PN30062010130010.pdf>> Acesso em: 25 mar. 2016.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2016). *Pantanal*. [Online]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/pantanal>. [Acesso em 16 de março de 2016].

- Brasil. Ministério do Meio Ambiente (1997). *PCBAP – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai*. [Online] . Disponível em: <http://riosvivos.org.br/a/pantanal/principal.php?opt=3&alt=PCBAP>. [Acesso em 08 de março de 2016].
- Corumbá (2014). Perfil Sócio-Econômico de Corumbá. Prefeitura Municipal de Corumbá et al, . [Online]. Disponível em <<http://www.corumba.ms.gov.br/perfil/>> Acesso em: 24 mar. 2016.
- Do Rio, G. A. P. (2011). Espaços Protegidos Transfronteiriços: Patrimônio Natural e Territórios na Bacia do Alto Paraguai. *Sustentabilidade em Debate*, v. 2, n. 1. 65-80.
- Embaixada da Bolívia no Brasil (ano). *Organización Política*. [Online]. Disponível em <<http://www.embolivia.org.br/nota.php?idn=38>> Acesso em: 16 mar. 2016.
- Escribano .M. del M. B. (1991). *El Paisaje*. . Madrid: Ministerio de obras publicas y transportes, Centro de Publicaciones.
- Figueiredo N. de P. (2010). *Produção do espaço: potencialidades do turismo na área urbana da fronteira Brasil-Bolívia*. Dissertação (Mestrado em Estudos Fronteiriços). Corumbá/MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- Halloy, S., et al. (2005). *Estudio Puerto Busch*. Opciones para la ubicación de un puerto soberano de Bolivia en el Sistema Paraguay - Paraná. [Online]. Disponível em <<http://www.embolivia.org.br/nota.php?idn=38>> Acesso em: 16 mar. 2016.
- Iphan. (2016). Corumbá, MS. Disponível em < <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/366/> > Acesso em: 26 abr. 2016.
- Luchiari, M. (2007). Turismo e patrimônio natural no uso do território. In: Luchiari, M. & Bruhns, H. (Orgs.). *Patrimônio, Natureza e Cultura*. (pp. 25-45. Campinas: Editora Papirus.
- Lunas, J. R. da S. et al. (2014). *Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Mato Grosso do Sul - Cenários Prospectivos 2035*. Dourados, MS: FAPEMS.
- Maciel, A. B. C.; LIMA, Z. M. C. (2012). O conceito de paisagem: diversidade de olhares. *Sociedade e Território*, [Online], v. 23, n. 2, 159-177. Disponível em: <http://www.cchla.ufrn.br/revset/index.php/revset/article/view/21>. [Acesso em 16 de março de 2016]
- Magrini, A., A. et al (2008). *Livro Verde da Avaliação Ambiental Estratégica do Pantanal*. Ministério do Meio Ambiente et. al. Dourados/MS: UEMS.
- Mato Grosso do Sul. (2009). Decreto nº 12.897, de 22 de Dezembro de 2009. Dispõe sobre a criação do Geopark Bodoquena- Pantanal, e dá outras providências.
- Martins, G. I.; Martins, C. D. Estudo sobre a faixa de fronteira (Bolívia – Brasil (MS) – Paraguai (2010). In: SEBRAE/MS. *MS Sem Fronteiras – Documento – Mato Grosso do Sul sem fronteiras: características e interações territoriais: Brasil, Bolívia, Paraguai*. (pp. 31-226). Campo Grande, MS: SEBRAE/MS,
- Mioto, C. L; Paranhos Filho, A. C.; Albrez, E. do A. (2012). Contribuições à caracterização das sub-regiões do Pantanal. *Entre-Lugar*, [Online], Dourados, MS, ano 3, n.6, 165 – 180. Disponível em: <http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/viewFile/2453/1404>. [Acesso em 07 de março de 2016].
- Neves, C. E. das; Machado, G.; Hirata, C. A.; Stipp, N. A. F. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correção com o ecossistema. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, 26 (2), mai/ago, 2014. p. 271-285.
- Oliveira, T. C. M. (2008). Os Elos da Integração: o exemplo da fronteira Brasil-Bolívia. In: Costa. E.A. Oliveira,M.A.M.(org.) *Seminário de Estudos Fronteiriços*. Campo Grande: Edufms.
- Oliveira, T. C. M. de. (2010). A lógica espacial do território fronteiriço – os casos das aglomerações de Ponta Porã-Pedro Juan Caballero e Ladário-Corumbá-Puerto Quijarro-Puerto Suarez. In: SEBRAE/MS. *MS Sem Fronteiras – Documento – Mato Grosso do Sul sem fronteiras: características e interações territoriais: Brasil, Bolívia, Paraguai*. (pp. 239-255). Campo Grande, MS: SEBRAE/MS.
- Rabelo, A. C. P.; Moreira, V. F. ; Bertassoni, A.(Orgs) (2012). *Descobrimo o Paraíso*. Aspectos Biológicos da Reserva particular do Patrimonio Naturall Engenhrio Eliezer Batista – RPPN – EEB/Pantanal Sul. Vol 1. Instituto do Homem Pantaneiro: Rio de Janeiro.

Resende, E. K.(2004). *Os controles geoecológicos e os pulsos de inundação no Pantanal*. Artigo de Divulgação na mídia. Embrapa Pantanal, Corumbá – MS, n. 63, 1-2.

Senarp. (2016). Parque Nacional y área natural de manejo integrado Otuquis (PN ANMI Otuquis). Online], Disponível em: <http://www.senarp.gob.bo>. [Acesso em 12 de março de 2016]

Silva, C.A. da.(2006). *Análise sistêmica, turismo de natureza e planejamento ambiental de Brotas: proposta metodológica*. Tese de Doutorado. Campinas/SP: Universidade Estadual de Campinas.

Silva, J. dos S. V. DA; Abdon, M. de M.(1998). Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesq. agropec. bras.*, [Online], Brasília, v.33, Número Especial, 1703-1711. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.20.30.13/doc/santos.pdf>. [Acesso em 07 de março de 2016]

Silva, L. P. B. (2012). *A geografia das cidades gêmeas de Corumbá (Brasil) e porto Suárez (Bolívia): interações espaciais na zona de fronteira Brasil – Bolívia*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro.

Vale, C. C. do. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. *Entre -Lugar* . Ano 3, n. 6, 2013, p. 85-108.

Verdum, R (2012). Perceber e conceber paisagem. In: Verdum, Roberto et al (Org). *Paisagem: leituras, significados e transformações*.(pp. 15-22). Porto Alegre: Editora da UFRGS.

## 7. Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul pelo financiamento da Pesquisa “Paisagem e Turismo de Natureza no Pantanal de Corumbá/MS/Brasil, Puerto Suárez e Puerto Quijarro/Santa Cruz/Bolívia e suas relações transfronteiriças” que origina dados para a elaboração deste artigo bem como a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul pelo apoio concedido a autora Patrícia C. S. Martins pelo afastamento de suas atividades docentes para fins de capacitação.

## DESCUBRIENDO EL PATRIMONIO GEOMORFOLÓGICO EN LA CIUDAD (RÍO MIÑO, OURENSE, NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA)

M. A. Álvarez-Vázquez <sup>(a)</sup>, E. de Uña-Álvarez <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC) Vigo/Departamento H<sup>a</sup>, Arte y Geografía /Universidade de Vigo  
mianalva@uvigo.es

<sup>(b)</sup> Departamento de H<sup>a</sup>, Arte y Geografía/Universidade de Vigo  
edeuna@uvigo.es

### Resumen

Formas menores generadas por los procesos de erosión fluvial abundan en el cauce rocoso del río Miño a su paso por la ciudad de Ourense (Galicia), en el entorno de su conocida área termal. El inventario de 221 formas singulares precedió su análisis morfométrico y su evaluación como elementos que favorecen el conocimiento de los procesos ambientales actuales. El desconocimiento, la invisibilidad y el bajo grado de percepción social de estos bienes comunes llevó a la realización del proyecto “Estado del patrimonio geomorfológico en el entorno termal de la ciudad de Ourense” (INOUE 2015-02). En este proyecto se promovieron acciones de conocimiento y divulgación de este patrimonio natural, un recurso esencial del territorio.

**Palabras clave:** geodiversidad, patrimonio, marmitas fluviales, surcos, entorno termal.

### 1. Presentación

La legislación española (Ley 42/2007) define el patrimonio natural como un conjunto de bienes y recursos de la naturaleza que son fuente de diversidad biológica y geológica, y que además presentan valores de tipo ambiental, paisajístico, científico o cultural. En esta línea se define el patrimonio geomorfológico como un conjunto de recursos naturales no renovables, que permiten reconocer e interpretar formas y procesos que modelan la superficie terrestre (Carcavilla *et al.*, 2006). A nivel regional, estatal y supra-estatal, el valor de este patrimonio se traduce en regulaciones normativas que establecen el régimen de protección de bienes de elevada singularidad. En España las acciones de conservación del patrimonio natural se remontan a la *Ley de Parques Nacionales* de 1916 y los decretos de *Sitios y Monumentos Naturales de Interés Nacional* de 1925 (Salazar *et al.*, 2014).

En la escala local, muchos actores territoriales, residentes o visitantes, desconocen el potencial de los recursos geomorfológicos (Carcavilla *et al.*, 2009), sobre todo cuando no existen normas de protección. Esta situación puede aumentar su vulnerabilidad (Pena dos Reis & Henriques, 2009). Desde su condición de geo-recursos, aunque estos bienes no sean singulares a nivel regional, estatal o supra-estatal, poseen un potencial ambiental, cultural, educativo y turístico en la dimensión local.

En este contexto se encuentran las formas de erosión inventariadas en el *Área Termal das Ribeiras do Miño* (Fig. 1), uno de los mayores atractivos de la ciudad de Ourense. La erosión fluvial ha esculpido en el cauce granítico una gran diversidad de formas (surcos, marmitas, canales secundarios y otras morfologías) que reflejan la evolución geomorfológica, siendo recursos que deben ser utilizados y gestionados de manera responsable y sostenible. En esta comunicación se presentan una serie de actividades de divulgación y puesta en valor de este patrimonio, invisible hasta el momento.

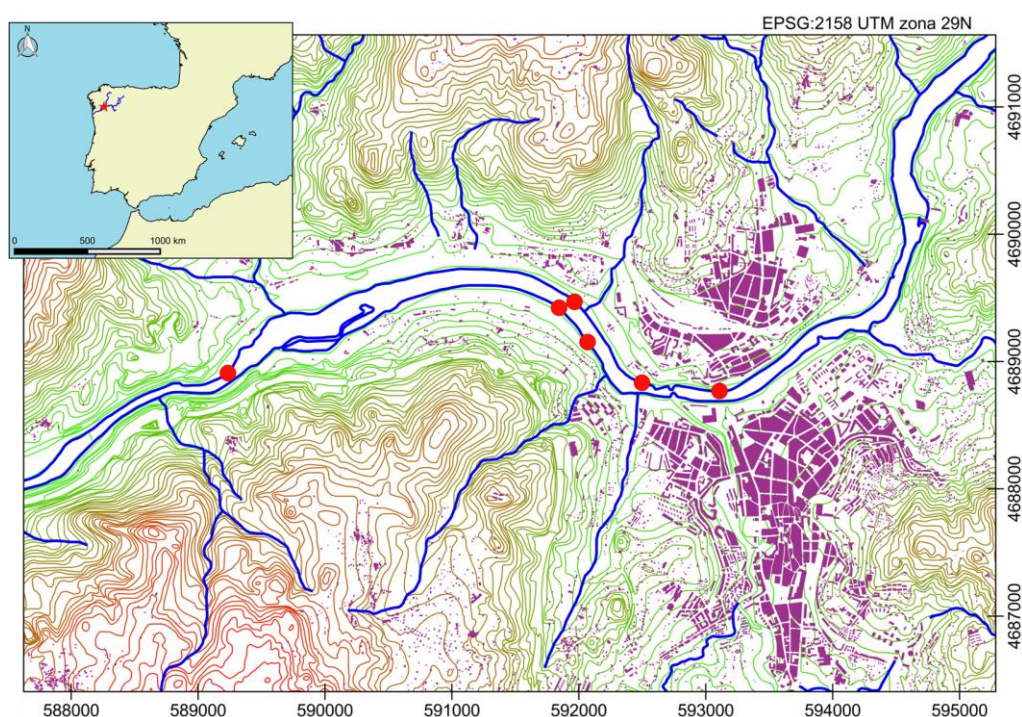


Figura 1 – Mapa del área termal del Miño en Ourense. Se presentan los puntos donde se catalogaron formas menores de erosión fluvial (puntos rojos). Elaborado con QGIS a partir da cartografía MTN25 (© IGN)

## 2. Las formas de erosión fluvial

El Miño es el río más caudaloso de Galicia. A su paso por el municipio de Ourense este río (95-100 m s.n.m.) discurre entre superficies graníticas (altura media de 400 m); presenta un valle abierto, conocido como la fosa de Ourense. La configuración actual del relieve responde a la estructura generada por los acontecimientos de la orogenia alpina, entre 65 y 34 millones de años antes del presente (Vidal-Romaní *et al.* 2014). Es en este momento cuando los patrones de drenaje se adaptan a las estructuras tectónicas. Los cambios en el nivel de base (Océano Atlántico), ligados a eventos tectónicos y glacio-eustáticos, van a determinar la competencia erosiva del Miño a lo largo de varios episodios que generan una gran diversidad de formas.

El agua es el principal agente modelador del paisaje de las tierras emergidas. Los valles, las terrazas, las barras de gravas y cantos, o las marmitas, constituyen las principales unidades geomorfológicas en los ríos sobre roca. En un orden de rango centimétrico a métrico se definen las micro-formas y meso-formas fluviales. En los ríos sobre roca la escala micro contempla un conjunto muy diverso de formas horadadas en el lecho rocoso: las *formas fluviales esculpidas* (Ortega, 2010; Richardson & Carling, 2005). El proceso de génesis y desarrollo de estas formas esculpidas es complejo y depende, entre otros, de los cambios en el nivel de base, del régimen hidrológico, de la pendiente, del caudal y de sus episodios extremos (Ortega Becerril, 2007). También influyen las irregularidades en el lecho rocoso que generan turbulencia y remolinos en el flujo de agua (Lorenc et al., 1994), así como la estructura de la roca y su sistema de discontinuidades o diaclasas. Aparecen en cursos fluviales alejados de un estado de equilibrio y presentan características propias de diferentes periodos de formación y degradación (Johnson & Whipple, 2007; Turowski et al., 2008). En el área termal de las riberas del Miño se han catalogado un total de 221 formas esculpidas. Los principales tipos morfológicos encontrados (Fig. 2) son las marmitas, con planta circular y perfil y profundidad variables, y los surcos, de planta elipsoidal con perfiles cóncavos y poca profundidad.



Figura 2 – Principales grupos morfológicos.

### 3. Descubrir y conocer el patrimonio geomorfológico

En el tramo urbano del río miño dónde se sitúa el área termal, piscinas y fuentes se organizan alrededor de instalaciones lúdicas al aire libre, de manera que el medio natural constituye el escenario en el que se incluye esta actividad. Las formas esculpidas son un componente escénico todavía por descubrir. Una vez localizadas y caracterizadas, se identificaron los casos de mayor singularidad, accesibilidad y conexión con otros recursos culturales, para así determinar las áreas de mayor interés para diversos usos.

En una segunda fase, contemplada entre los objetivos del proyecto anteriormente mencionado, se procedió a la realización de actividades de descubrimiento, visualización y socialización de



este patrimonio; entendiendo que se valora lo que se conoce y se protege lo que se valora. Este enfoque es coherente con un proceso de conocimiento-aprendizaje basado en el lugar (*place-based learning*), donde la comunidad y el medio ambiente locales son el punto de partida para la asimilación de conceptos interdisciplinares (Sobel, 2003). Estas estrategias, que utilizan el medio ambiente local como contexto, han demostrado la consecución de mejores resultados y actitudes (Semken & Freeman, 2007). Por ejemplo Brierley et al. (2013), en su trabajo “leyendo el paisaje” (*reading the landscape*), aplican un enfoque de este tipo para favorecer la comprensión de la geomorfología fluvial a nivel de tramo o de cuenca. Además, se ha llevado a cabo una aproximación al aprendizaje basado en la investigación (*inquiry-based learning*), definido como un conjunto de procedimientos dirigidos hacia la búsqueda de explicaciones razonables de los fenómenos que despiertan la curiosidad (Haury, 1993). Cuando se participa en “investigaciones científicas” se puede conseguir una mejora en la comprensión conceptual de la ciencia (Vázquez Dorrió, 2007). Las acciones de divulgación y comprensión del patrimonio geomorfológico del Miño se han basado en estos dos enfoques con el objetivo de que se generen preguntas en los destinatarios, fomentando el auto-descubrimiento.



Figura 3 – Actividades de integración de las formas esculpidas en el currículum de las materias del Área de Geografía Física (Universidade de Vigo, Campus de Ourense).

Una primera línea de acción se centró en la integración del patrimonio geomorfológico del río Miño en el curriculum de las materias del área de Geografía Física en el Grado en Geografía e Historia (Campus de Ourense, Universidade de Vigo). Fueron realizadas visitas guiadas (Fig. 3A) y actividades de introducción a la investigación. Las actividades de introducción a la investigación estuvieron centradas en el desarrollo de métodos científicos para la recogida de datos, el análisis y la presentación de resultados, teniendo como eje temático el patrimonio geomorfológico compuesto por las formas de erosión fluvial. Los alumnos y alumnas tuvieron oportunidad de tomar registros dimensionales de las formas *in situ* y obtener información de los usuarios autóctonos y visitantes del entorno mediante entrevistas. Los estudiantes experimentaron la recogida de muestras ambientales para evaluar la salud del sistema, con simulación de metodología de recogida de muestras en condiciones ultra-limpias, para analizar elementos traza en sedimentos como indicadores de calidad ambiental (Fig. 3B). Algunos de los datos obtenidos fueron posteriormente trabajados en el aula, materializándose en presentaciones tipo poster elaborados por los alumnos y alumnas conteniendo sus propias conclusiones (Fig. 3D). Esta tarea cerró la actividad poniendo énfasis en el proceso de transferencia del conocimiento en el contexto de las comunidades científicas. En el ámbito académico se presentó a toda la comunidad universitaria una síntesis del proyecto en las V Jornadas de “Jóvenes Investigadores” (Fig. 3C) celebradas en Ourense en octubre de 2015.

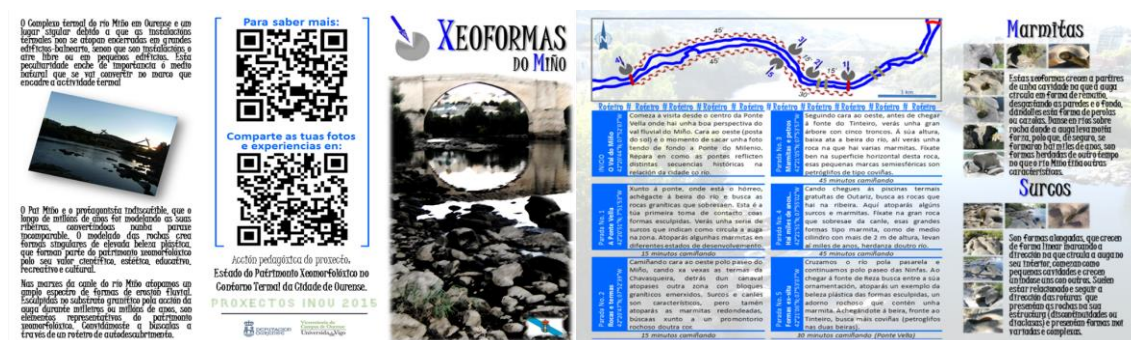
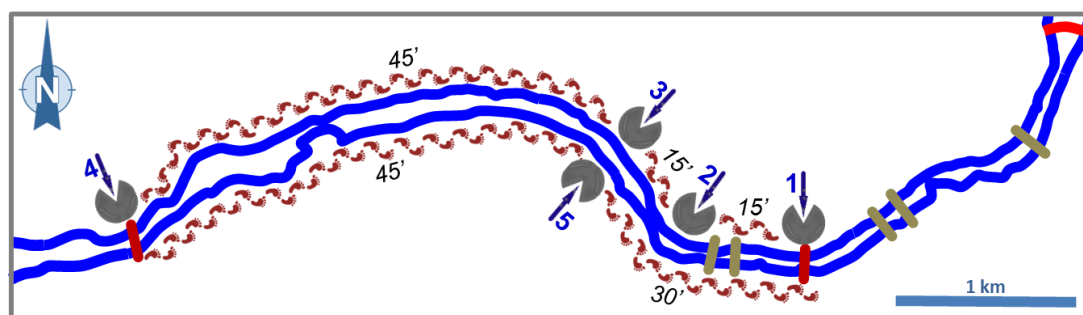


Figura 4 – Materiales divulgativos generados en el proyecto INOU 2015-02.

Respecto al público general, fueron diseñados materiales divulgativos y promocionales (Fig. 4) en diferentes lenguas con la finalidad de estimular la curiosidad y fomentar el autodescubrimiento. En este sentido destaca el diseño de una ruta circular (síntesis en la Tabla I). La ruta está pensada para ser realizada a pie, con una duración aproximada de 4 horas. El recorrido, de 10 km, discurre por sendas fluviales en ambos márgenes del río. Es una ruta con inicio y fin en el antiguo puente medieval (*Ponte Vella*), y en ella se han establecido 5 puntos clave (paradas).



Tabla I – Síntesis de la ruta de autodescubrimiento del patrimonio geomorfológico en el área termal del Miño.



ITINERARIO	INTERÉS
Punto No. 1 – A Ponte Vella	Dominio de surcos sobre marmitas.
Punto No. 2 – Rocas y termas	Piscinas termales, surcos y marmitas.
Punto No. 3 – Marmitas y petros	Marmitas y petroglifos tipo cazoleta ( <i>cup marks</i> ).
Punto No. 4 – Hace varios miles de años...	Grandes marmitas, formas heredadas de otro tiempo.
Punto No. 5 – Formas <i>ex-situ</i>	Marmitas utilizadas para decoración.

### 3. Consideraciones finales

En el marco del proyecto “Estado del Patrimonio Geomorfológico en el entorno termal de la ciudad de Ourense” (INOUE 2015-02), se elaboró una base de datos con 221 formas menores de erosión fluvial. El inventario de los elementos constitutivos del patrimonio geomorfológico del entorno termal y su posterior análisis, caracterizó los principales grupos morfológicos (i.e. surcos y marmitas). La evaluación de los bienes de mayor interés permitió determinar las áreas más adecuadas para desarrollar acciones de alfabetización científica y educación ambiental.

La organización de actividades de campo en el área de estudio, para el conocimiento y la comprensión de las formas esculpidas, incluye la oferta de sesiones interpretativas para centros de enseñanzas medias, actividades prácticas y trabajo de campo para los estudiantes universitarios, así como acciones de divulgación dirigidas a un público general.

Este trabajo ha sido elaborado en el marco de la realización del proyecto *Estado del Patrimonio Geomorfológico en el entorno termal de la ciudad de Ourense*, referencia INOUE15-02, financiado por la Universidade de Vigo y la Diputación de Ourense.

### 4. Bibliografía

Brierley, G., Fryirs, K., Cullum, C., Tadaki, M., Huang, H. Q., & Blue, B. (2013). Reading the landscape Integrating the theory and practice of geomorphology to develop place-based understandings of river systems. *Progress in Physical Geography*, 37(5), 601-621.

- Carcavilla Urquí, L., López Martínez, J. & Durán Valsero, J.J. (2006). *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Madrid: Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España.
- Carcavilla, L., Durán, J. J., García-Cortés, A. & López-Martínez, J. (2009). Geological heritage and geoconservation in Spain: past, present, and future. *Geoheritage*, 1(2): 75-91.
- Haury, D. L. (1993). *Teaching Science through Inquiry*. ERIC/CSMEE Digest.
- Johnson, J. P., & Whipple, K. X. (2007). Feedbacks between erosion and sediment transport in experimental bedrock channels. *Earth Surface Processes and Landforms*, 32(7), 1048-1062.
- Lorenc, M. W., Muñoz, P. & Saavedra, J. (1994). The evolution of potholes in granite bedrock, W Spain. *Catena*, 22, 265-274.
- Ortega Becerril, J. A. (2007). El estudio de la morfología de los ríos en roca. Implicaciones hidrológicas y evolutivas en dos barrancos españoles. *Boletín geológico y minero*, 118(4), 803-811.
- Ortega, J. A. (2010). Morfología de los ríos en roca. Variaciones y tipología. En: Ortega, J. A. & Durán, J. J. (Eds.) *Patrimonio geológico: los ríos en roca de la Península Ibérica*. (pp. 55-77). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España.
- Pena dos Reis, R. & Henriques, M. H. (2009). Approaching an integrated qualification and evaluation system for geological heritage. *Geoheritage*, 1(1): 1-10.
- Richardson, K.. & Carling, P. (2005). *A typology of sculpted forms in open bedrock channels*. Geological Society of America: Special Papers, 392.
- Salazar, A, Carcavilla, L & Díez-Herrero, A. (2014). Geomorphological heritage and conservation in Spain. In: Gutiérrez, F., Gutiérrez, M. (Eds.) *Landscapes and Landforms of Spain* (pp. 307-318). Dordecht: Springer.
- Semken, S., & Freeman, C. B. (2008). Sense of place in the practice and assessment of place-based science teaching. *Science Education*, 92(6), 1042-1057.
- Sobel, D. (2003). *Place-based education: Connecting classrooms and communities*. Great Barrington, MA: Orion.
- Turowski, J.M. Hovius, N. Hsieh, M.L., Lague, D. & Chen, M.C. (2008). Distribution of erosion across bedrock channels. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34, 26-37.
- Vázquez Dorrió, B., & Rua Vieites, A. (2007). Actividades manipulativas para el aprendizaje de la Física. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43(1), 7.
- Vidal-Romaní, J. R., Vaqueiro, M. & Sanjurjo, J. (2014). Granite Landforms in Galicia. En: Gutiérrez, F. & Gutiérrez, M. (Eds) *Landscapes and Landforms of Spain* (pp. 63-70). Dordecht: Springer.



## **GEO-RECURSOS PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL TERRITORIO. EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL INTERÉS DE LAS MARMITAS FLUVIALES (RÍO MIÑO, PENÍNSULA IBÉRICA).**

E. De Uña-Álvarez <sup>(a)</sup>, M. A. Álvarez-Vázquez <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Hª, Arte y Geografía/ Universidade de Vigo  
edeuna@uvigo.es

<sup>(b)</sup> Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC) Vigo/Departamento Hª, Arte y Geografía/Universidade de Vigo  
mianalva@uvigo.es

### **Resumen**

Un conjunto de marmitas fluviales (caldeiros, potholes) jalonan el cauce rocoso del río Miño en la ciudad de Ourense (Galicia, noroeste de la Península Ibérica). La principal función de este tramo fluvial urbano está ligada a los recursos de aguas termales. La consideración de las marmitas como recursos patrimoniales que contribuyen a la sostenibilidad del territorio fundamenta la investigación. El inventario y la evaluación de 82 marmitas fluviales tiene el objetivo de hacer visible su interés en el contexto del patrimonio territorial, para promover su conservación y uso/gestión responsable. El análisis de los resultados caracteriza dentro del tramo una serie de sectores con diferente potencial frente a la deseable diversificación de usos.

**Palavras chave:** Patrimonio, Territorio, Sostenibilidad, Marmitas Fluviales, Interés de uso/gestión.

### **1. Introducción.**

El interés del patrimonio geomorfológico está asociado a su carácter de componente de la Geodiversidad (Panizza & Piacente, 2003; Gray 2011). Formas y asociaciones de formas son el legado de la evolución de la superficie terrestre. Además, son recursos de interés científico, estético, cultural, educativo y socio-económico (Pena & Henriques, 2009; Fernández-Martínez & Díaz-Martínez 2015) que pueden contribuir a la dinamización y la sostenibilidad del territorio. Los objetivos de esta investigación fueron inventariar y evaluar un tipo de patrimonio geomorfológico para favorecer su conocimiento, fomentar la conciencia sobre sus valores y promover su uso/gestión responsable en la dimensión local. La investigación partió de un concepto amplio del patrimonio: el conjunto de bienes propios de una comunidad identificados en un territorio, que integra elementos protegidos y no protegidos por la legislación vigente (Bollier & Helfrich, 2014). Estuvo centrada en formas específicas del patrimonio hidrológico, las marmitas fluviales en ríos sobre roca (*fluvial potholes*). Estas formas de erosión guardan la memoria de los procesos de incisión fluvial (Tinkler & Wohl, 1998; Richardson & Carling, 2005) configurando lugares de interés geomorfológico. Las marmitas son concavidades con

planta circular o elíptica, paredes pulidas y perfiles regulares o escalonados (Lorenc *et al.* 1994; Springer *et al.* 2006; Ortega *et al.* 2014; Pelletier *et al.*, 2015). Están presentes en la mayoría de los ríos sobre roca y su particular configuración morfológica les dota de cualidades estéticas que motivan la curiosidad del espectador. Poseen también otros intereses ligados a su potencialidad didáctica, cultural, recreativa y turística. Por su bajo grado de rareza, a partir del concepto de patrimonio ya expuesto, la investigación asume la noción de Sitio de la Geodiversidad (Brilha, 2015).

## 2. Área de estudio

El área de estudio es un tramo urbano del río Miño (Galicia, NO de la Península Ibérica). El río Miño es el cauce gallego de mayor importancia, fluyendo a lo largo de 316 km en dirección NE-SO desde su nacimiento a 700 m s.n.m. (Serra de Meira, Lugo) hasta su desembocadura en el Océano Atlántico (A Guarda, Pontevedra). Poco antes de su paso por la ciudad de Ourense confluye con su principal tributario, el río Sil, encajándose en rocas graníticas (incisión de 400 m). En el entorno urbano de Ourense (Fig.1), la altura del cauce es de 95-100 m s.n.m.; el caudal está regulado por los embalses de Velle (aguas arriba) y de Castrelo (aguas abajo) destinados a la producción hidroeléctrica.

La pendiente de la masa de agua (<0,1%) determina una competencia erosiva muy baja en la actualidad, con un caudal medio anual en régimen natural de  $282 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (Confederación Hidrográfica Miño-Sil, 2016). La precipitación anual (811 mm) experimenta gran variabilidad. La intervención humana (puentes, senderos, carreteras, urbanización) ha transformado la dinámica natural del tramo, que pertenece a un Área con Riesgo Potencial Significativo de Inundación. Parte importante de su atracción para el uso público es la existencia de aguas termales, con establecimientos lúdicos de acceso libre o de pago (Chavasqueira, Muíño, Outariz).

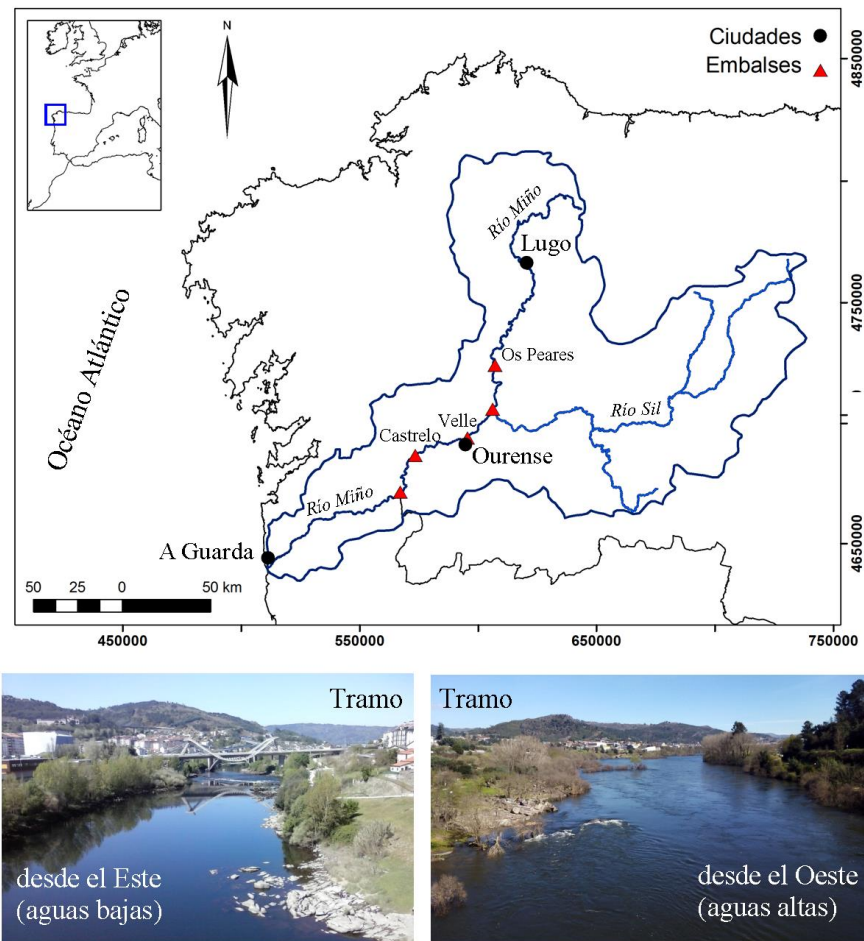


Figura 1 – Localización y vistas del tramo fluvial

### 3. Inventario y método de valoración

Los métodos de inventario y valoración de Villalobos (2004), Pereira & Pereira (2010), Brilha (2015) y Reynard *et al.* (2016) fueron adaptados para su empleo en la escala local. Un primer itinerario de campo (10 km, dirección circular al tramo) identificó las marmitas fluviales. El inventario de 82 marmitas (2013-2015) registró su localización, morfología (planta, perfil), dimensión (longitud=S1, profundidad=P, anchura=S2, medidas en cm) y estado (rasgos especiales, colonización, degradación). La importancia de las marmitas como marcadores de la incisión fluvial fue sintetizada por el índice V, cociente entre P y el radio mayor ( $V = P/r_1$ ). Las variables y los parámetros de evaluación (Tabla I) fueron: accesibilidad; presencia de otros bienes naturales y/o culturales a una distancia <100 m (máximo  $\geq 4$  bienes en cada tipo), indicador de la diversidad asociada; estado de conservación de la forma y su entorno; condiciones de visualización; y existencia de servicios a una distancia <100 m de la forma. Después de analizar los resultados de la evaluación para cada marmita, se realizó un análisis multivariado (componentes principales) para detectar los factores determinantes en el interés global de las formas.

Tabla I – Variables y parámetros para evaluar el interés de uso

Variable	Parámetro	Puntos
<i>Accesibilidad (Ac)</i>	Fácil - muy fácil, por sendero y roca	3 - 4
	Muy difícil - difícil, a través de área rocosa	1 - 2
<i>Diversidad (Dt)</i>	6 y $\geq 8$ componentes asociados	6 - 8
	2 y 4 componentes asociados	2 - 4
<i>Conservación (Cn)</i>	Degradación leve - Nula	3 - 4
	Degradación moderada - Elevada	2 - 3
<i>Visualización (Cv)</i>	Total, pero No visible – Visible parcialmente en riadas	5 - 8
	Parcial, pero No visibles rasgos esenciales – Sí visibles	2 - 4
<i>Servicios (Se)</i>	3 - 4 servicios próximos	3 - 4
	1 - 2 servicios próximos	1 - 2

La valoración final de las marmitas como recursos territoriales (máximo de 40 puntos) está basada en el método de Villalobos (2004), resultando el interés global para su uso/gestión (IG) de

$IG = (2Cn) + Dt (2Ed+1.5Cd) + (2Ac) + (1Cv) + (0.5Se)$  cuyos intervalos para definir el carácter del IG fueron: alto ( $\geq 30$ ), medio (20-29) y bajo ( $< 20$ ).

#### 4. Interés y valor de las geoformas

Las marmitas inventariadas (Fig. 2) poseen un interés didáctico para todos los niveles educativos y un interés en el ámbito del ocio para cualquier tipo de público. Las formas están siempre asociadas a uno o más bienes de la diversidad natural (surcos, pequeños canales secundarios, pías, aguas termales, vegetación de ribera) y cultural (petroglifos, molinos, puentes). Sus dimensiones máximas absolutas son 140 cm en S1, 135 cm en S2 y 240 cm en P. Los resultados del índice V (Fig. 3) diferencian al menos tres etapas de erosión fluvial mostrando marmitas en crecimiento rápido ( $V < 2$ ) y lento ( $V > 2$ ). En el último grupo dominan las formas coalescentes con perfiles escalonados y aparecen marmitas activas creciendo en su interior. Las marmitas presentan un interés científico relevante en la escala local.



Figura 2 – Ejemplos de marmitas inventariadas en el tramo fluvial

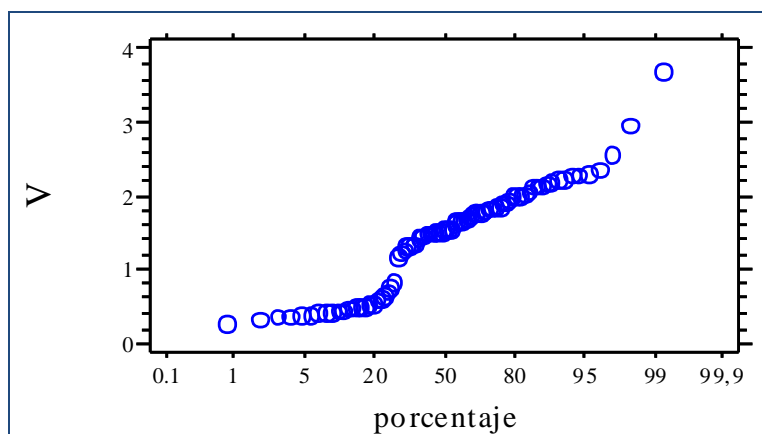


Figura 3 – Distribución de los resultados para V (n=82 marmitas)

En todas las variables el valor de las medias y las medianas están muy cercanos por lo que ambos estadísticos pueden ser utilizados como medidas adecuadas de la centralidad de los resultados (Tabla II). Sin embargo, el valor estandarizado de la asimetría indica que los resultados para Cn presentan un sesgo positivo muy elevado y el de la curtosis refleja un apuntamiento notable en Cn y en Se. En consecuencia, el coeficiente de variación, aunque siempre <60%, es mayor para Cn y Se (proximidad a fuentes, luz, papeleras, bares,



establecimientos termales, paradas de autobús, parking); por lo tanto los estadísticos de posición son las medidas más adecuadas para caracterizar la dispersión de los resultados.

Tabla II – Estadísticos de los parámetros evaluados (n=82 marmitas)

Estadístico	Ac	Dt	Cn	Cv	Se	IG
Media	2.91	3.81	1.74	6.07	2.46	23.31
Error estándar	0.11	0.16	0.10	0.17	0.13	0.58
Desviación estándar	0.99	1.44	0.92	1.56	1.20	5.30
Sesgo estandarizado	-1.62	1.02	5.15	-1.32	0.72	0.82
Curtosis estandarizada	-1.72	-2.17	2.40	-1.44	-2.84	-1.25
Coefficiente de variación (%)	34.18	37.98	53.16	25.84	49.07	22.73
Mínimo	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	13.0
Percentil 25	2.0	3.0	1.0	5.0	1.0	19.0
Percentil 50 (Mediana)	3.0	4.0	2.0	6.0	2.0	22.5
Percentil 75	4.0	5.0	2.0	8.0	4.0	27.5
Máximo	4.0	7.0	4.0	8.0	4.0	35.0

La Figura 4 ilustra, mediante los diagramas de puntos elaborados para cada variable, la dispersión de los parámetros de valoración de las marmitas como recursos del territorio.

El análisis factorial de los datos, una vez sometido a rotación Varimax, resume en dos componentes >85% de la variabilidad en Dt y Se, el 79% en Cn, el 74% en Cv y el 70% de la variabilidad en Ac. Las ecuaciones que los expresan son

$$\text{Factor 1} = 0.022*Ac + 0.897*Dt + 0.238Cv + 0.913Se + 0.708*Cn$$

$$\text{Factor 2} = 0.838*Ac + 0.193*Dt + 0.827*Cv + 0.888Se - 0.532Cn$$

El intervalo de clase que domina en los resultados obtenidos sobre el interés global de las marmitas como recursos para la sostenibilidad local (IG) es el medio (61% de los casos), seguido del bajo (27%) mientras que solo diez formas alcanzan un valor alto (Fig. 5). Las marmitas con IG medio están presentes en todo el tramo fluvial, pero algunos sectores están caracterizados por la concentración de casos con IG bajo (representan el 52% del total en la ribera sur) o carecen de ellos (en la ribera norte).

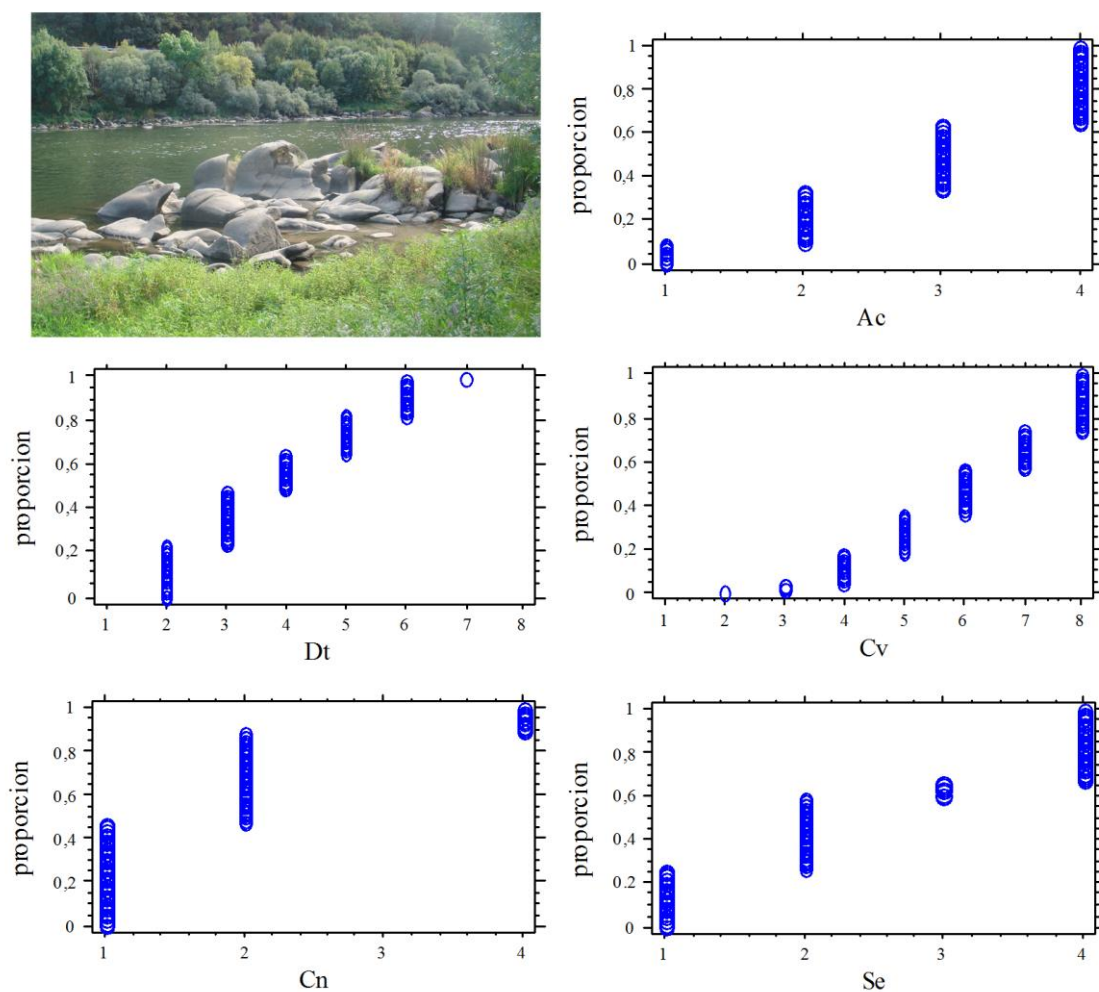


Figura 4 – Resultados para los parámetros de evaluación (n=82 marmitas)

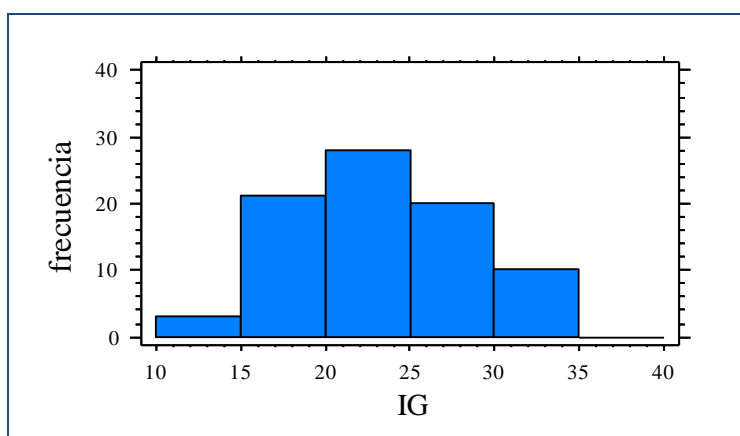


Figura 5 – Distribución de los resultados obtenidos para IG (n=82 marmitas)

### 5. Nodos y sectores para dinamizar el territorio.

La distribución espacial de las marmitas determina los nodos de los espacios que cuentan con mayor interés recreativo, cultural y educativo en el tramo fluvial. La ribera norte del río presenta una situación de ventaja sobre la ribera sur por lo que respecta al interés de uso/gestión de las marmitas. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que la vulnerabilidad de las formas es en conjunto elevada debido riesgo de inundación y la alta densidad de población ( $1.229 \text{ hab. km}^{-2}$  con más del 74% de la población ocupada en el sector terciario). En la ribera norte, el valor de la mediana de IG de las marmitas es alto para el sector de Outariz (OT=32.5) y es medio en el resto de los sectores, aunque con notables diferencias entre Chavasqueira (CV=28.5), Tinteiro (TT=24.5) y Ribeiriño (RB=21.0); excepto en el sector RB, la mediana de IG es en todos ellos más elevada que la obtenida para el conjunto de las formas del tramo fluvial. En la ribera sur, donde se encuentra el sector de Reza (RZ), el valor mediano que resulta para el IG de las marmitas es bajo (RZ=19.5). Los mínimos y máximos absolutos de los cinco sectores (Fig. 6) reflejan el contraste entre lugares donde la mayoría de las marmitas presentan fácil accesibilidad, elevada diversidad, buenas condiciones de visualización y de conservación con servicios de apoyo próximos (CV, TT y OT) y lugares con peores condiciones de visualización o de proximidad a servicios (RZ) o con peor estado de conservación (RB).

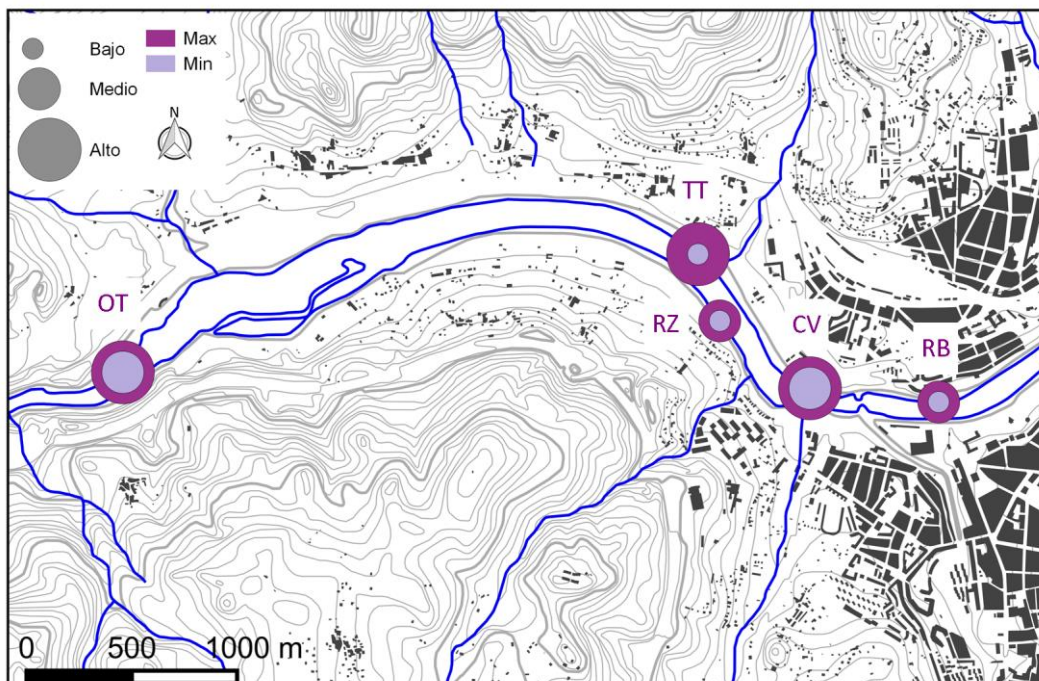


Figura 6 – Valores mínimos y máximos de IG por sectores

## 6. Prospectiva

Las marmitas fluviales, un grupo de formas erosivas que presentan gran diversidad, son recursos territoriales diferenciados en el marco de la Geodiversidad local. En el caso de estudio constituyen un conjunto de bienes naturales poco conocido. El inventario y la evaluación de su complejo de intereses para definen sectores con diferente grado de potencialidad frente al uso/gestión sostenible. Los resultados de investigación avanzan la posibilidad de promover su integración en el contexto del patrimonio local, considerando los valores que fundamentan su capacidad como activos dinamizadores del territorio. A partir de esta evaluación preliminar, el desarrollo de la investigación estará dirigido hacia la valoración diferencial del interés de uso teniendo en cuenta la definición de propuestas para fomentar el conocimiento, el aprecio y la gestión responsable de estos geo-recursos desde un enfoque territorial integrado.

Este trabajo ha sido elaborado en el marco de la realización del proyecto *Estado del Patrimonio Geomorfológico en el entorno termal de la ciudad de Ourense*, referencia INOU15-02 G501 131H 64702, financiado por la Universidade de Vigo y la Diputación de Ourense.

## 7. Bibliografía

- Bollier, D. & Helfrich, S. (Eds.) (2014). *The wealth of the commons: A world beyond market and state*. Amherst: Levellers Press.
- Brilha, J. (2015). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a Review. *Geoheritage*, 7(1), 1-16.
- Confederación Hidrográfica Miño-Sil (2016). *Plan Hidrológico 2016-2020, Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil*. Gobierno de España: MAGRAMA & CHMS.
- Fernández-Martínez, E. & Díaz-Martínez, E. (2015). El valor del patrimonio geológico: tipos de interés y de uso potencial. *Cuadernos del Museo Geominero-IGME*, 18, 19-24.
- Gray, M. (2011). Other Nature: Geodiversity and Geosystem services. *Environmental Conservation*, 38, 271-274.
- Lorenc, M.W., Muñoz, P., Saavedra, J. (1994). The evolution of potholes in granite bedrock W Spain. *Catena*, 22, 265-274.
- Ortega, J.A., Gómez-Heras, M., Pérez-López, R., Wohl, E.E. (2014). Multiscale structural and lithologic controls in the development of stream potholes on granite Bedrock Rivers. *Geomorphology*, 204(1), 588-598.
- Panizza, M. & Piacente, S. (2003). *Geomorfologia culturale*. Bologna: Pitagora Editrice.
- Pelletier, J.D., Sweeney, K.E., Roering, J.J., Finnegan, N.J. (2015). Control on the geometry of potholes in Bedrock Channels. *Geophysical Research Letters*, 42(3), 797-803.
- Pena dos Reis, R. & Henriques, M.H. (2009). Approaching an integrated qualification and evaluation system for geological heritage. *Geoheritage*, 1(1), 1-10.
- Pereira, P. & Pereira, D. (2010). Methodological guidelines for geomorphosites assessment. *Géomorphologie*, 2, 215-222.
- Reynard, E., Perret, A., Bussard, J., Grangier, L. & Martin, S. (2016). Integrated approach for the inventory and management of geomorphological heritage at the regional scale. *Geoheritage*, 8(1), 43-60.

- Richardson, K. & Carling, P. (2005). *A typology of sculpted forms in open bedrock channels*. Geological Society of America: Special Paper 392.
- Springer, G.S., Tooth, S. & Wohl, E.E. (2006). Theoretical modelling of stream potholes based upon empirical observations from the Orange River, Republic of South Africa. *Geomorphology*, 82, 160-176.
- Tinkler, K.J. & Wohl, E.E. (Eds.) (1998). *Rivers over Rock: fluvial processes in bedrock channels*. American Geophysical Union: Monograph Series 107.
- Villalobos, M., Braga, A., Guirado, J. & Pérez-Muñoz, A.B. (2004). El inventario andaluz de geo-recursos culturales: criterios de valoración. *De Re Metallica*, 3, 9-21.

## MORRO AGUDO: UM PATRIMÔNIO NATURAL A SER CONSERVADO NO MUNICÍPIO DE AGUDO/RS

P. Ziani<sup>(a)</sup>, A. S. Figueiró<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da UFSM  
pathyziani@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geociências do Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) da UFSM  
adri.geo.ufsm@gmail.com

### Resumo

Este trabalho objetiva caracterizar um importante geossítio no município de Agudo/RS como estratégia de promoção deste patrimônio natural, visando sua proteção e utilização sustentável pelo geoturismo. A metodologia pautou-se na definição do marco teórico de investigação, levantamento bibliográfico, trabalhos de campo e caracterização do geossítio. Como parte dos resultados, conclui-se que o Morro Agudo destaca-se pelo seu caráter científico, estético, valor ecológico e envolvimento cultural da comunidade com mesmo. Sob esse Morro destaca-se que o Serviço Geológico do Brasil o inclui como um dos 20 geossítios inventariados na proposta de Geoparque da Quarta Colônia. Além disso, ele está inserido no limite da zona de transição do Corredor Ecológico da Quarta Colônia, instrumento legal do Estado do Rio Grande do Sul de gestão territorial. Todavia, não há, até então, nenhuma infraestrutura que vise sua conservação. Assim, acredita-se que o tombamento do Morro Agudo poderá constituir uma variável estratégica para sua conservação.

**Palavras chave:** Patrimônio Natural, Morro Agudo, Agudo, Geoparque Quarta Colônia.

### 1. Introdução

A paisagem é um dos conceitos chave na ciência geográfica e pode ser entendida tanto como uma prática social, quanto como uma forma de representação espacial. Assim, é importante entendê-la como uma estrutura de significado que se produz através das mais diversas formas de representação (Alves, 2013).

A paisagem, associada aos seus marcos patrimoniais, comporta, para além de outros valores importantes, uma dimensão afetiva, ou seja, contem significados associados à estética simbólica, resultante da experiência das pessoas com os seus lugares. Diante dessa abordagem, acredita-se que a identificação dos valores patrimoniais existentes dentro de uma paisagem pode representar uma estratégia para promover a sua conservação e potencialização das funcionalidades associadas a este patrimônio natural. O tombamento deste patrimônio impõe novas diretrizes para a ocupação e uso do solo e, conseqüentemente, na dinâmica espacial deste setor, a fim de promover novas formas de ordenamento territorial que conjuguem a conservação do patrimônio com a valorização e desenvolvimento do território. Assim, diante das ameaças de degradação existentes, a presente pesquisa teve por objetivo indentificar e caracterizar, no município de Agudo, um patrimônio natural expressivo do município, como estratégia de

valorização deste patrimônio, a fim de que o mesmo venha a ser protegido e utilizado de forma sustentável.

## 2. Referencial Teórico

Em relação ao patrimônio natural, Scifoni (2008) coloca que existe um vazio no campo da pesquisa científica ou na esfera institucional, isto é, dificilmente se encontram pesquisas que abordam esse tema e/ou questões que envolvem sua gestão pública, visto que o patrimônio natural é considerado pelos órgãos públicos como uma questão secundária e, até mesmo, marginal. Em relação a essa colocação, pode-se associar que a noção de patrimônio natural é um fato complexo e relativamente contemporâneo, uma vez que só se consagrou internacionalmente após a Convenção Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural, acordada após a conferência de Paris, no ano de 1972, que se destinou a promover a identificação, proteção e a preservação tanto do patrimônio cultural quanto do patrimônio natural, considerados especialmente valiosos para a humanidade. Nesse documento revela-se que:

Patrimonio cultural significa monumentos, grupos de edificios y sitios que tienen valor histórico, estético, arqueológico, científico, etnológico o antropológico.

Patrimonio natural significa formaciones físicas, biológicas y geológicas excepcionales, hábitats de espécies animales y vegetales amenazadas, y zonas que tengan valor científico, de conservación o estético (UNESCO, 2008).

Além dessas duas categorias de patrimônios, tem-se o Patrimônio Misto, o qual se refere, segundo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN (2008), aos bens que respondem parcial ou totalmente tanto às definições de patrimônio natural, quanto de patrimônio cultural. Ressalta-se ainda que, apesar de o Brasil ter sido um dos países signatários da Convenção Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural, o patrimônio natural somente aparece configurado na Constituição Federal de 1988, assim definido:

“Art.216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

I – as formas de expressão;

II – os modos de criar, fazer e viver;

III – as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV – as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V – os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico” (Brasil, 1988, n.p.).

No Brasil, a concepção de um patrimônio natural foi evoluindo gradativamente desde 1930, quando se iniciou a legislação preservacionista, mesmo que não definido com esse nome. Salienta-se ainda que a noção de patrimônio natural é oriunda da evolução da própria noção de patrimônio cultural, a qual passa a perceber a natureza como parte do legado a ser deixado às futuras gerações, superando assim a visão de patrimônio centrada em edificações. Portanto, a partir de fins do século XX, a preocupação de monumento, que antes era somente voltada ao histórico e artístico, passa a incorporar aspectos naturais, consagrando o monumento natural como uma categoria do atual sistema mundial de áreas protegidas.

Nota-se assim que essa concepção de monumento natural é antecessora e fundadora da ideia de patrimônio natural; todavia, Scifoni (2008) pontua que, apesar disso, com a chegada da convenção da UNESCO, ele não caiu em esquecimento, mas evoluiu e se fortaleceu como uma categoria específica de área protegida. A mesma autora coloca que, em 1994, a União Internacional para a Conservação da Natureza e de seus Recursos (UICN) revisou e atualizou o sistema normativo de áreas protegidas, considerado o patrimônio natural e as Reservas de Biosfera como designações internacionais e não especificadamente categorias de manejo autônomas. Assim, apesar do patrimônio natural ser considerado uma área especialmente protegida de uso sustentável, esta figura de proteção não é considerada como uma Unidade de Conservação dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), já que o Brasil, assim como diversos outros países, copiou esse modelo da UICN, restringindo como categoria a ser conservada apenas os monumentos naturais tombados.

Em relação à identificação e, consequentemente, a inscrição de bens para serem considerados patrimônios cultural e natural, Scifone (2008) coloca que só ocorreu a partir em 1977, quando a UNESCO lança o documento intitulado “Diretrizes Operacionais para Implementação do Patrimônio Mundial”. A análise de qualquer bem para o seu reconhecimento como Patrimônio Mundial passa pela explicitação do seu Valor Universal Excepcional, definido pelos dez critérios em vigor pela Convenção. Destes, os seis primeiros referem-se ao patrimônio cultural; já os outros quatro envolvem o patrimônio natural. No caso do patrimônio natural, os critérios norteadores do reconhecimento do valor universal são: o valor estético, o ecológico e o científico, os quais devem estar atrelados ao estado de integridade dos bens.

Na concepção de Lefevre (1990, *apud* Scifoni, 2008), essa Convenção do Patrimônio demonstra uma estratégia elitista de excepcionalidade e raridade que, mesmo importante em determinado momento, não foi satisfatória no trato da questão. Para este autor tais critérios deixam explícita a noção de que existem duas categorias de natureza, uma com valor excepcional, que precisa ser preservada, e outra mais “banal”, que pode ser degradada.



Em termos de instrumentos legais para proteção do patrimônio cultural e natural, Delphim (2004) coloca que se emprega hoje no Brasil, para o patrimônio cultural, a legislação utilizada na proteção de bens móveis, edificados e de centros históricos urbanos; já para o patrimônio natural adota-se a legislação de conservação da natureza. Agora, no que tange aos patrimônios mistos, os bens naturais e culturais, devem ser considerados ambos os órgãos. O mesmo autor destaca sobre a necessidade imprescindível de adoção de políticas públicas voltadas para a promoção e defesa desses patrimônios, incluindo a regulamentação, mediante instrumentos específicos, para gestão dos mesmos.

Ainda sobre a ideia de patrimônio natural, Scifoni (2008) afirma que se pode notar duas direções: uma referente ao plano mundial, onde há expressão de grandiosidade e beleza, a qual se estabeleceu pressupondo intocabilidade de grandes testemunhos da natureza que foram poupados da intervenção humana; e outra, que ocorreu no Brasil, onde o patrimônio natural é compreendido como uma conquista da sociedade e voltado às práticas sociais e à memória coletiva.

Deste modo, acredita-se que o patrimônio natural representa um conceito relevante no contexto da Geografia, pois auxilia a mesma a compreender as relações da natureza com as práticas sociais, corroborando assim, segundo Diegues (1996, *apud* Scifoni, 2008), na superação da dicotomia que contrapõe, de um lado, uma visão extremamente utilitarista, na qual se tem a natureza apenas como recurso para suprir as necessidades humanas, e, de outro, uma visão ecocêntrica, que afirma ter a natureza um valor independentemente do ser humano.

### **3. Metodologia**

Inicialmente definiu-se o marco teórico de investigação e realizou-se o levantamento bibliográfico, tendo por referência o trabalho realizado dentro do PPGGEO da UFSM. Entre as questões abordadas e discutidas neste trabalho, está o conceito de paisagem e de patrimônio natural. Assim, buscou-se identificar, através de trabalhos a campo no município de Agudo, um patrimônio natural como estratégia de promoção deste patrimônio natural, visando sua proteção e utilização de forma sustentável pelo geoturismo. Estes trabalhos a campo também visaram o levantamento de informações e dados que caracterizassem a área de estudo e verificasse o envolvimento da comunidade local com este patrimônio.

No tange aos mapeamentos, salienta-se que tanto o mapa de localização da área de estudo quanto o mapa da Proposta de Corredor Ecológico do Projeto RS Biodiversidade foi elaborado com o auxílio do ArcGIS 10.1® (ESRI), tendo como base o material cartográfico referente ao desenho e planejamento do Corredor Ecológico da Quarta Colônia/RS, disponibilizado pela

Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Rio Grande do Sul, com escala de 1:50.000.

#### 4. Caracterização da área de estudo

Esta pesquisa utilizou como recorte espacial de referência, o município de Agudo, o qual se localiza na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), na transição entre as escarpas do Planalto Meridional Brasileiro e as áreas planas de depósitos sedimentares da Depressão Periférica Sul-riograndense. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), Agudo possui 536,114 km<sup>2</sup> de área total e cerca de 16.722 habitantes, onde 41,2% da população localiza-se na área urbana e os outros 58,8% encontram-se na área rural.

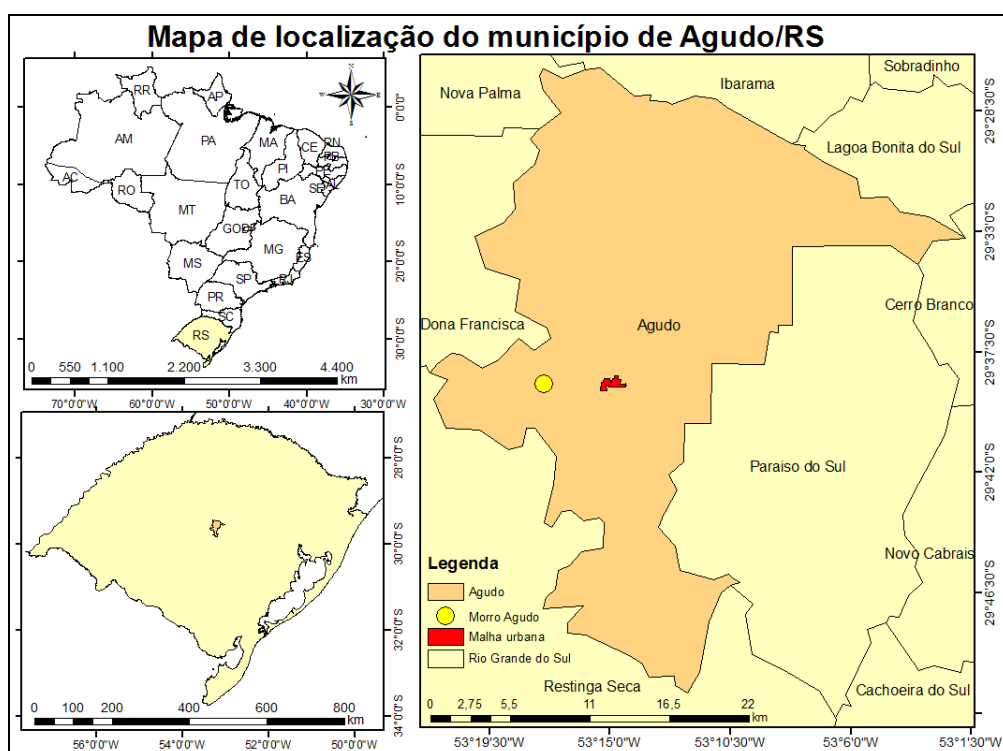


Figura 1 – Mapa de localização do município de Agudo /RS e do geossítio do Morro Agudo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

O município de Agudo foi colonizado por imigrantes alemães a partir de 1855, sendo os imigrantes oriundos de distintas áreas da Alemanha. Quando os mesmos chegaram neste local encontraram uma floresta bem conservada, com amplas áreas de várzea e sem nenhum tipo de cultivo. Logo, o desmatamento foi uma prática bastante usada, uma vez que o Estado brasileiro incentivava os mesmos a trabalharem com agricultura. Todavia, muitos imigrantes nunca haviam tido contato direto com esse manejo, visto que trabalhavam com outras profissões como, por exemplo, professores, carpinteiros, artesãos e comerciantes em geral.

Desta forma, no decorrer dos anos os imigrantes foram transformando e imprimindo no espaço seus hábitos de agir, falar, vestir, pensar e se alimentar, os quais vêm sendo repassados por gerações. Consequentemente, esses aspectos refletiram-se e se ainda refletem na forma de organização sócio-espacial desse município e na transformação da paisagem. Á exemplo disso pode-se destacar que hoje a economia local está relacionada diretamente às atividades agrícolas desenvolvidas e introduzidas pelos imigrantes. Entre essas, atualmente, se destacam o cultivo do fumo na porção norte do território onde se encontram as áreas mais acidentadas, e a produção de arroz na porção sul, onde se localizam as áreas de várzea propícias a esse cultivo. Outras culturas como milho, feijão, soja, morango e criação de gado leiteiro também estão presentes, mas com menor abrangência.

Apesar da preponderância de imigração germânica, o município de Agudo, por questões político-econômicas, também faz parte da região da Quarta Colônia de imigração italiana, a qual se iniciou a partir de 1876, dando origem aos atuais municípios de Dona Francisca, Faxinal do Soturno, São João do Polêsine, Nova Palma, Silveira Martins, Ivorá, Pinhal Grande e Restinga Seca (com colonização Portuguesa incorporada por questões político-econômica também). Esses municípios têm suas relações mediadas pelo Consórcio de Desenvolvimento Sustentável da Quarta Colônia (CONDESUS), pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos.

Tendo em vista o evidente patrimônio natural existente na região, o CONDESUS contactou o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), em 2008, para promover a realização de um inventário do patrimônio geológico existente nesta região, a fim de subsidiar a elaboração de uma futura proposta de Geoparque. Diante do levantamento da CPRM, foram selecionados 20 geossítios pela região da Quarta Colônia, com vistas à elaboração de estratégias de conservação e promoção do geopatrimônio. Destes geossítios, quatro localizam-se no município de Agudo: o geossítio do Morro da Igreja, o geossítio da Gruta do Índio, o geossítio Janer e o geossítio Morro Agudo (Figura 2), que é o que mais se destaca em termos de patrimônio natural.

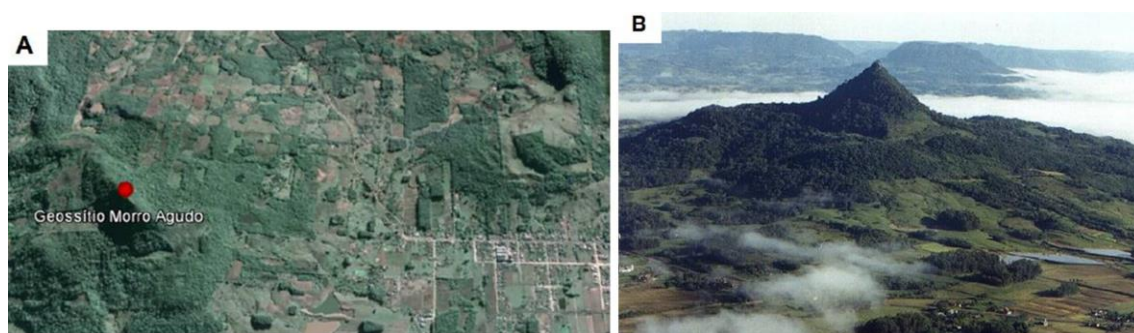


Figura 2 – Localização do Morro Agudo a partir da imagem de satélite (A) e uma fotografia aérea com visão oblíqua.

Fonte: Ziemann (2016).

## 5. Resultados

O geossítio Morro Agudo está localizado nas coordenadas 29°38'40,1''S de latitude sul e 53°17'28,6''W de longitude oeste, em propriedade privada, ao final da Avenida Concórdia, a 2 Km do perímetro urbano do município. O geossítio corresponde a um morro-testemunho isolado, com 429m de elevação, formado, segundo Godoy *et al.* (2012), pela associação de rochas sedimentares e vulcânicas da Formação Guará (Juro-Cretáceo) e Formação Serra Geral (Cretáceo Inferior). A base do morro apresenta vegetação rasteira com predominância de gramíneas, onde se desenvolve uma atividade pecuária de baixa intensidade. Todavia, conforme vai elevando a altitude, devido à presença de áreas com maior declividade, aumenta a vegetação de porte arbóreo com a presença da Floresta Estacional Decidual.

Este geossítio possui diversos valores patrimoniais associados. Inicialmente, destaca-se o valor científico, associado ao processo geomorfológico de erosão regressiva da escarpa do planalto, deixando o Morro Agudo como um testemunho dos patamares altimétricos anteriores nesta região, onde se pode vislumbrar com aspectos bastante didáticos as estruturas associadas à cobertura vulcânica que recobriu os depósitos sedimentares de Botucatu.

Associado a estas estruturas, destaca-se também o valor ecológico do Morro Agudo, seja pela sustentação da Floresta Estacional nas áreas onde a agricultura não alcançou, seja pela formação de nichos ecológicos específicos, como aqueles onde se encontra a *Dyckia agudensis* (Irgang; Sobral, 1987), uma bromeliaceae rupícola da mata atlântica, endêmica da região e criticamente em perigo de extinção (CR) pela sua localidade de ocorrência restrita. A existência desta espécie de características xerófilas, aliás, representou um dos principais argumentos para a proposição por parte do DEFAP (Departamento de Áreas Florestais da Secretaria de meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul) de uma área de conservação que contemplasse o Morro Agudo (Bojunga *et al.*, 2005).

Da mesma maneira, o valor estético formado por esta geoforma isolada que resistiu ao intemperismo em meio às áreas de deposição da planície do rio Jacuí, aponta para o município de Agudo um grande potencial de exploração geoturística, tendo por base a capacidade de visualização de toda a paisagem do entorno a partir da trilha de 2,5Km que leva até o topo do Morro Agudo. Já, o valor histórico-cultural deste geossítio está diretamente ligado à sua feição geomorfológica, uma vez que em função do pico pontiagudo, os imigrantes alemães que se instalaram na região desde 1857, batizaram o município com o nome de Agudo, fazendo com que este geopatrimônio se mantenha até hoje como uma referência simbólica da história de ocupação daquela área.

Estes valores associados ao geopatrimônio do Morro Agudo fez com que o geossítio fosse incorporado ao inventário da CPRM para a proposta do futuro Geoparque Quarta Colônia. Cabe

salientar, no entanto, que o referido inventário do patrimônio geológico não instituiu, ou mesmo apontou nenhuma política de proteção efetiva para esses geopatrimônios elencados. Diante disso, ratifica-se a necessidade de criar medidas de proteção para garantir o aproveitamento geoturísticos desses patrimônios e, com isso, potencializar a divulgação do Geoparque. Uma estratégia para contribuir para essa proteção é a identificação de patrimônios naturais bem como o tombamento dos mesmos. Sob essa perspectiva, acredita-se que o Morro Agudo é um dos principais patrimônios naturais da área de estudo, tanto pelo seu porte singular na paisagem, em razão da sua geoforma característica, quanto pelo sentimento e envolvimento que a comunidade local tem com o mesmo.

Outras identificações com este morro podem ser observadas também nos símbolos do município de Agudo, isto é, no brasão, na bandeira e na logomarca, os quais tem presente o desenho do Morro Agudo (figura 4a). Neste particular, Guibernau (1997) destaca que os símbolos põem em relevo a comunidade, criando um sentido de grupo, pois as pessoas constroem a comunidade de uma forma simbólica e transformam-na como um referencial de sua identidade. Além disso, muitas pessoas registram belas imagens do entardecer tendo como cenário a paisagem do Morro Agudo (Figura 4b). Esses fatos evidenciam o envolvimento do município e da comunidade com esse patrimônio natural, ratificando assim o tombamento do mesmo.



Figura 4 – Brasão de armas do município (à esquerda), com destaque para a representação do Morro Agudo na parte de baixo e foto tirada do Morro Agudo ao anoitecer (à direita).

Fonte: Prefeitura Municipal de Agudo (à esquerda) e Erni Produções (2015, à direita).

O Morro Agudo é muito procurado para a prática de lazer, turismo e para apreciar as belezas cênicas das paisagens vistas do topo do morro (Figura 5). Todavia, para chegar ao topo deste morro não existe nenhuma infraestrutura de acesso. Há somente trilhas improvisadas com pouca sinalização e com ausência de informação, nas quais é corriqueiro se deparar com diversas ameaças à biodiversidade presente e sinais de depredação deste patrimônio, como pichações, descarte inadequado de lixo (principalmente de latas de bebidas alcoólicas), fogueiras impróprias e a proliferação de espécies exóticas como *Pinus spp.*



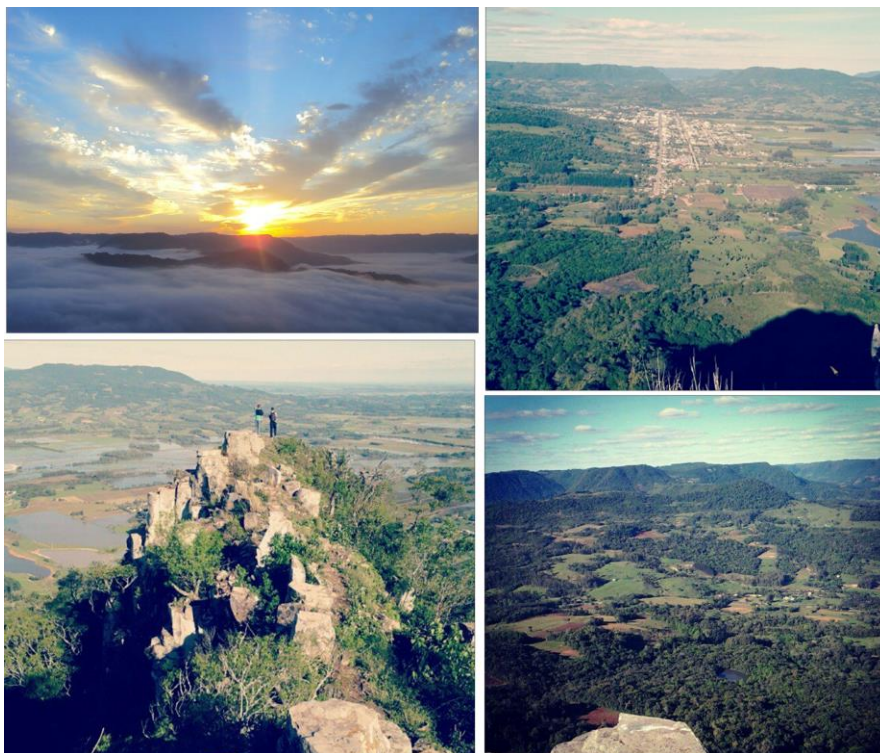


Figura 5 – Fotos tiradas do topo do Morro Agudo.

Fonte: Lucas Reinehr (2014) e Renan Luís Stieler (2014).

Sob essas condições, cabe ressaltar o incêndio ocorrido próximo ao topo do Morro, em janeiro de 2012. O cenário, que antes era de uma vegetação em bom estado de conservação, acabou tomado por focos intensos de queimada e fumaça (Figura 6). Diante disso, destaca-se ainda mais a necessidade de implantar estratégias que visem à proteção e o uso sustentável desse patrimônio.



Figura 6 – Foto dos focos de incêndio do Morro Agudo.

Fonte: Jornal Deutsche Integration (2012).

Outro aspecto que corrobora a necessidade de definição de estratégias de conservação para a área é que o Morro Agudo está inserido como limite para um contexto regional de conservação,

isto é, situa-se no limite da zona de transição para o Corredor Ecológico da Quarta Colônia, sendo este um instrumento legal do Estado do Rio Grande do Sul de gestão territorial (Figura 7).

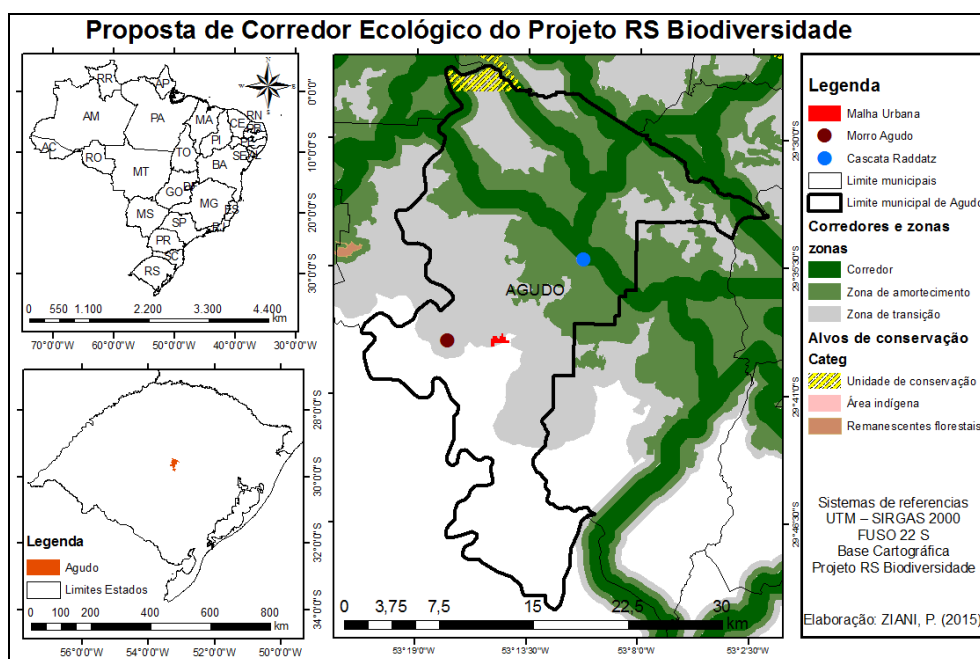


Figura 7 – Mapa da proposta de corredor ecológico do projeto RS Biodiversidade.

Visto que esse patrimônio natural faz parte das áreas do Corredor Ecológico da Quarta Colônia, o mesmo pode contribuir na interligação dos fragmentos florestais, os quais cumprem as possíveis funções de condução, habitat, filtro, barreira, fonte alimentadora e absorção (Formann, 1995). Todavia, entendemos que a inclusão do Morro Agudo dentro da área de abrangência do Corredor da Quarta Colônia não representa instrumento suficiente de proteção do patrimônio, pois o Morro localiza-se no limite da zona de transição deste corredor, logo, a efetivação da fiscalização do manejo e uso dessa área tende a ser menos efetiva, ficando assim mais vulnerável a possíveis agressões e uso descontrolado. Tal fato justifica e reforça a necessidade de tombamento desse geopatrimônio dentro de uma das categorias de conservação do SNUC, sendo a de Monumento Natural uma das categorias que melhor se adequa às características deste patrimônio, considerando que o artigo 12 da Lei 9.985/2000 que cria o SNUC estabelece esta categoria como tendo o “*objetivo básico de preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica*”, sem que isso conflite com a existência das propriedades particulares ali existentes.

O tombamento do Morro Agudo poderia inserir este geossítio nas estratégias de turismo sustentável já adotadas no município, onde se destacam em especial o Parque Estadual da Quarta Colônia e as trilhas da Cascata Raddatz. O Parque Estadual da Quarta Colônia

corresponde a uma Unidade de Conservação de Proteção Integral criada em 2005 com uma área de 1.847,90 ha, com a finalidade de preservar remanescentes da floresta estacional decidual, onde vivem espécies ameaçadas de extinção, como o papagaio-charão (*Amazona pretrei*), a paca (*Agouti paca*), e os gatos-do-mato *Oncifelis geoffroyi* e *Leopardus tigrinus*. Já a Cascata Raddatz possui uma queda d'água de 32 metros rodeada de mata nativa fechada, apresentando uma exuberante flora com a presença de bromélias e orquídeas ao longo das trilhas que conduz à base da cascata.

Buscando estratégias de manejo sustentável, em dezembro de 2015 iniciaram na propriedade Raddatz atividades de trilhas ecológicas interpretativas da paisagem. Essas trilhas possibilitam as pessoas explorar as belezas desse interior do município de Agudo e conhecer um pouco mais sobre as espécies de flora e fauna, histórias da região e geologia, além de ter um final de semana em meio à natureza, conhecendo novas pessoas e lugares. Em relação a esta atividade, entende-se que a mesma é de extrema importância e serve de exemplo para outras áreas do município e do Corredor Ecológico que possuem geopatrimônio e/ou atrativos turísticos.

## 6. Considerações Finais

Entende-se que graças à superação da ideia do patrimônio natural como um monumento grandioso e intocável, o uso deste conceito possibilitou o entendimento da natureza como parte da vida humana, como memória coletiva. Nesse sentido e buscando identificar um patrimônio natural no município de Agudo destacou-se a presença do Morro Agudo que, em escala local e regional, expressa elevado valor geopatrimonial em razão da sua excepcionalidade na paisagem frente ao seu contexto. Todavia, não se tem nenhuma ação que vise o seu manejo de forma a garantir o uso do mesmo de forma sustentável para que esse patrimônio não seja degradado. Assim, acredita-se que o tombamento do Morro Agudo como Monumento Natural é uma variável estratégica para promover a conservação deste geopatrimônio e, consequentemente, da paisagem onde ele está inserido.

## 7. Agradecimento

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos à primeira autora e a todos que concederam a utilização de suas fotos.

## 8. Bibliografia

Alves, H. M. (2013). *Patrimônio e Memória: Um Olhar Sobre as Paisagens Ferroviárias do Município de Restinga - Sêca/RS - 1920 até os Dias Atuais*. 174 f. Dissertação de Mestrado em Geografia. Santa Maria: UFSM.



- Bojunga, A. L. B.; Tornquist, C. G.; Santos, J. R. B. *et al.* (2005). *Projeto Conservação da Biodiversidade como Fator de Contribuição ao Desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul - Diagnóstico das Áreas Prioritárias*. Estado do Rio Grande do Sul - Secretaria da Coordenação e Planejamento, p.90.
- BRASIL. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Regulamenta o art. 216. Brasília. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso: 6 dez. 2015.
- Delphim, C. F. de M. (2004). *O Patrimônio Natural no Brasil*. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).
- Formann, R.T.T. (1995). *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge Press.
- Godoy, M. M.; Binotto, R. B.; Silva, R. C. da; Zerfass, H. (2012). Geoparques/propostas: Quarta Colônia (RS). In: Schobbenhaus, C.; Silva, C. R. da (Org.). *Geoparques do Brasil: propostas*. Rio de Janeiro: CPRM, p. 417-456.
- Guibernau, M. (1997). *Nacionalismos: o estado nacional e o nacionalismo no século XX*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- IPHAN. (2008). *Patrimônio mundial: fundamentos para seu reconhecimento – A convenção sobre proteção do patrimônio mundial, cultural e natural, de 1972: para saber o essencial*. Brasília, DF. Disponível em: <[http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Cartilha\\_do\\_patrimonio\\_mundial.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Cartilha_do_patrimonio_mundial.pdf)>. Acesso em: 6 dez. 2015.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). *Sinopse do Censo Demográfico 2010, Rio Grande do Sul*. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=21&uf=43>>. Acesso em: 3 dez. 2015.
- Irgang, B.E.; Sobral, M. (1987). *Dyckia agudensis* (Bromeliaceae), nova espécie do Rio Grande do Sul, Brazil. *Napaea*, v.3, p.5-7.
- Jornal Deutsche Integration. (2012). Preocupação com o Morro Agudo. Edição 618 de 03 a 09 de fevereiro de 2012.
- Patrimonio Mundial de la UNESCO (2008). *Carpeta de información sobre el patrimonio mundial*.
- Schobbenhaus, C.; Silva, C. R. da. (Orgs.) (2012). *Geoparques do Brasil/Propostas*. Volume I. CPRM.
- Scifoni, Simone. (2008). *A Construção do Patrimônio Natural*. São Paulo: FFLCH.
- Ziemann, D.R. (2016). *Estratégias de Geoconservação para a Proposta do Geoparque Quarta Colônia – RS*. Dissertação de Mestrado em Geografia. Santa Maria: UFSM.

## EL PAISAJE EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES. EL CASO DE LOS PARQUES REGIONALES INTERIORES DE MURCIA

M. A. S. Sánchez<sup>(a)</sup>, F. B. Serrato<sup>(b)</sup>, D. I. Marinas<sup>(c)</sup>, G. B. Pelegrín<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografía. Universidad de Murcia  
massgeociencias@gmail.comEmail

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografía. Universidad de Murcia  
franbel@um.es

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografía. Universidad de Murcia  
adaniel.ibarra@um.es

<sup>(d)</sup> Departamento de Geografía. Universidad de Murcia  
gabp1@um.es

### Resumo

El paisaje constituye un recurso natural, más, de los espacios naturales protegidos. Estos espacios pueden estar dotados de un Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), donde se incluyen aspectos descriptivos y normativos referidos a la protección, ordenación y gestión del paisaje. La Región de Murcia cuenta con un conjunto de espacios protegidos, del que forman parte territorios montañosos de interior: Sierras de Espuña, Carrascoy y El Valle, La Pila, y El Carche. Todos ellos cuentan con un PORN. Se tiene como objetivo analizar el tratamiento dado al paisaje en los distintos PORN de los espacios protegidos referidos.

**Palavras chave:** Paisaje, Murcia, Parques Naturales, PORN

### 1. Introducción

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, tiene entre sus principios inspiradores, desde la perspectiva de la consideración del propio patrimonio natural, la preservación del paisaje. También recoge la necesidad de que el análisis de los paisajes formen parte del contenido mínimo de los “Planes de Ordenación de los Recursos Naturales” (en adelante PORN). El Título I considera los PORN como instrumentos básicos específicos de las Comunidades Autónomas para delimitación, tipificación, integración en la red y determinación de su relación con el resto del territorio, de los sistemas que integran el patrimonio y los recursos naturales de un determinado ámbito espacial. Artículo 2. Principios d) La conservación y preservación de la variedad, singularidad y belleza...del paisaje (Jefatura del Estado de España, 2007).

Antes de seguir avanzando es conveniente el considerar algunas concepciones recogidas en la Ley 42/2007. El artículo 3 deja entrever que los PORN pueden ser considerados Instrumentos de Gestión. En la definición de Paisaje se asume la del Convenio Europeo del Paisaje, firmado en el año 2000, en Florencia (en adelante CEP2000). El Patrimonio Natural queda vinculado al

paisaje a través de los bienes que tienen un valor relevante paisajístico. El Paisaje Natural es considerado como un recurso natural, al tratarse de un componente de la naturaleza, susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tenga un valor actual o potencial.

La Estrategia Estatal de Infraestructuras Verdes, donde quedan incluidos los espacios protegidos, tendrá en especial consideración –entre otros–, los instrumentos utilizados por las administraciones competentes en aplicación del CEP2000 (art. 15.3.). Tanto los recursos naturales –paisaje natural– así como los espacios naturales –sierras interiores de Murcia– a proteger, por ejemplo mediante la declaración de Parque Regional, serán objeto de planificación con la finalidad de adecuar su gestión a los principios inspiradores de la Ley 42/2007 (art.16) (Jefatura del Estado, 2007). Esto bien podría cumplirse a través de los PORN.

Las normas existentes en el ordenamiento jurídico español dirigidas directamente al tratamiento del paisaje tienen un alcance muy limitado, centrado básicamente en la protección, así ha podido ser comprobado, de manera particular, en la normativa sobre espacios naturales. Esto queda justificado al tratarse de normas lógicas, al ir dirigidas a un sector –nos encontramos ante normas sectoriales–. El problema estriba en la ausencia de una normativa que haga del paisaje su objeto central (Trias, 2012:266).

Para Panareda y Arozena (2008:1) los planes especiales de ordenación para el establecimiento de espacios protegidos han surgido de las presiones de grupos urbanos, conscientes de la progresiva alteración del paisaje derivada de un aprovechamiento intensivo de los recursos naturales. Según estudios de los mismos autores la mayoría de los parques naturales se establecieron en áreas de montaña, aspecto este coincidente con la tipología de parques regionales estudiados en este trabajo.

Sánchez-Sánchez (2014:94-95) considera, para el caso del Parque Regional de Carrascoy y El Valle, que “las normas dedicadas específicamente a la protección del paisaje denotan, de entrada, un carácter de “congelación”, de instantánea perdurable en el tiempo”. Además este mismo autor considera que: “Conforme se avanza en el análisis del articulado de esta sección se comprueba que las aportaciones son más propias de la gestión, ya que parece dar pautas para guiar y armonizar las trasformaciones inducidas por los distintos procesos que pueden influir en los paisajes del Parque Regional”.

Se tiene como objetivo analizar el tratamiento dado al paisaje en los planes de ordenación de los recursos naturales en los parques regionales de las sierras de Espuña, Carrascoy y El Valle, La Pila, y El Carche.

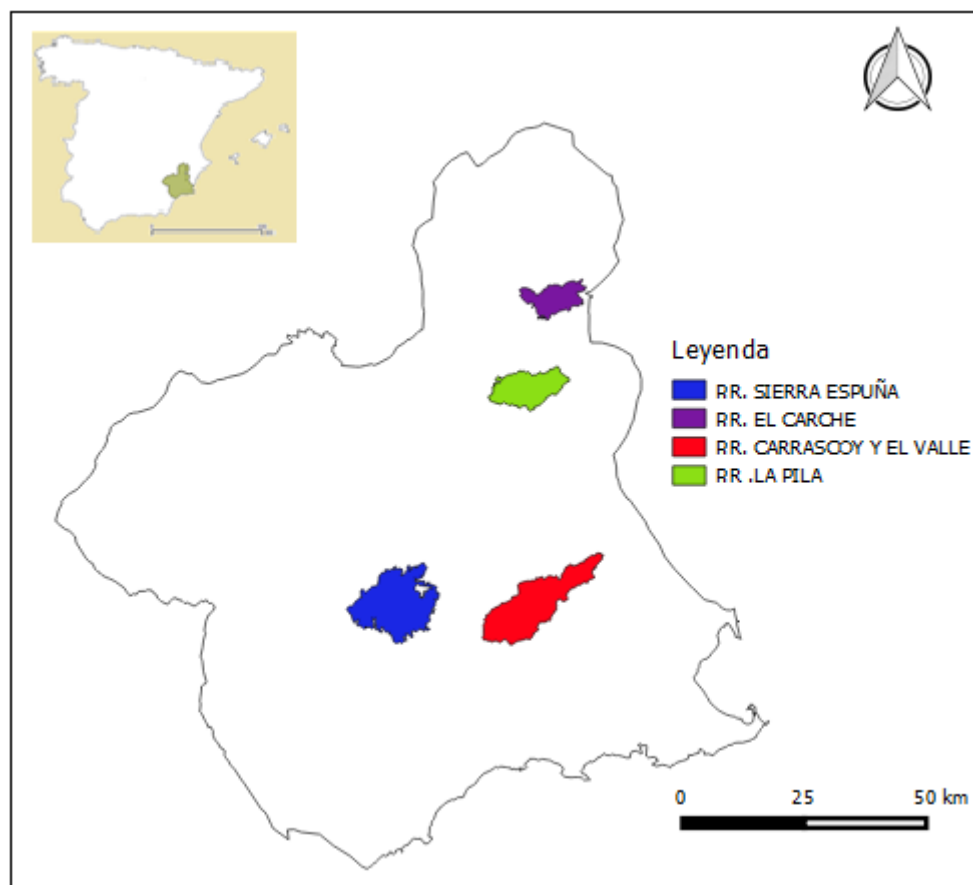


Figura 1 – Localización Parques Regionales de Montaña del interior de la Región de Murcia

## 2. Metodología

Se analizan los diversos planes de ordenación de los recursos naturales correspondientes a los parques regionales de Sierra Espuña, Carrascoy y El Valle, La Pila, y El Carche, en el interior de la Región de Murcia. Tratando de comprobar el tratamiento que se da al paisaje en los distintos PORN. Para ello se estudian estas cuestiones en el apartado referido a la normativa, por ser la normativa jurídico-administrativa a través de la cual se puede imponer determinadas conductas en relación a una adecuada gestión de los recursos naturales, para una efectiva conservación y protección de los mismos.

## 3. Resultados

Los parques regionales estudiados fueron declarados, como tal, en el año 1992 salvo el caso de El Carche. Este fue el último en ser declarado espacio protegido en 2003 (Tabla I). Los PORN, de los respectivos parques regionales, fueron aprobados con posterioridad a su declaración como tal, salvo el caso de El Carche. Para este caso primero se elaboró su PORN, del cual surgió la propuesta y posterior aprobación para su declaración como parque regional (Tabla II).

Tabla I – Declaración como espacio protegido. Fuente: Elaboración propia a partir del BORM

PARQUE REGIONAL	DECLARACIÓN PARQUE REGIONAL
ESPUÑA	Ley 4/1992, de 30 de Julio. BORM nº 189 de 1992
CARRASCOY Y EL VALLE	Ley 4/1992, de 30 de Julio. BORM nº 189 de 1992
LA PILA	Ley 4/1992, de 30 de Julio. BORM nº 189 de 1992
EL CARCHE	Ley 2/2003, de 28 de marzo. BORM nº 86 de 2003

Tabla II – Datos sobre PORN en los Parques Regionales. Fuente: Elaboración propia a partir del BORM

PARQUE REGIONAL	APROBACIÓN		
	TIPO	FECHA	PUBLICACIÓN
ESPUÑA	DEFINITIV A	31/03/19 95	Decreto nº 13/1995. BORM nº 85 de 1995
CARRASCOY Y EL VALLE	INICIAL	18/05/20 05	Orden de 18 de Mayo. BORM nº 129 de 2005
LA PILA	DEFINITIV A	14/05/20 04	Decreto nº 43/2004. BORM nº 130 de 2004
EL CARCHE	DEFINITIV A	22/03/20 02	Decreto nº 69/2002. BORM nº 77 de 2002

### 3.1. PORN de Sierra Espuña

En este documento existen 6 artículos relacionados directamente con el paisaje, estos forman parte de la Sección 3: Normas para la protección del paisaje, incluidas en el Capítulo II denominado: sobre normas relativas a la protección de los recursos naturales. Los artículos son: 21. vertederos y residuos sólidos, 22. publicidad exterior y símbolos, 23. elementos destacables, 24. corrección de impactos paisajísticos, 25. construcciones y edificaciones, y 26. jardines y espacios públicos.

Otros artículos relacionados con el paisaje tiene una incidencia directa sobre aspectos geomorfológicos, biogeográficos, hidrológicos, edafológicos, etc. El art. 28 (movimientos de tierras) obliga a la obtención de la pertinente autorización cuando el volumen sea superior a 500 m<sup>3</sup>, aspecto este a tener en cuenta por las posibles modificaciones sobre las estructuras geomorfológicas. Otras cuestiones que afectan a la geomorfología de la zona son la prohibición de extracciones de áridos en los cauces o realización de obras (art. 29), por tanto de modificación de la estructura hidrogeomorfológica natural. También quedan prohibidas las actividades extractivas y la minería, en general, (art.41). Los trabajos de repoblación y restauración de la cubierta vegetal respetarán el mantenimiento de las condiciones paisajísticas singulares (art. 45).

### 3.2. PORN de la Sierra de Carrascoy y El Valle

En este caso la Normativa incluye unas Normas generales de protección (Título II) a su vez como parte de estas encontramos el Capítulo II. Normas relativas a la protección de los recursos naturales. En su Sección 1 se recogen 8 artículos que conforman las normas para la protección del paisaje. Estos son: 19. protección del paisaje, 20. corrección de impactos paisajísticos, 21. publicidad 22. catalogación y protección del patrimonio histórico, 23. jardines y espacios públicos, 24. construcciones y edificaciones, 25. otras actuaciones e infraestructuras, 26. residuos sólidos, 27. imagen gráfica.

Además dentro de la memoria de ordenación (normativa) aparecen otros artículos que hacen referencia a las cuestiones paisajísticas. El art. 55.8 considera que los proyectos de repoblaciones forestales y tratamientos silvícolas, se efectuarán con técnicas que garanticen la menor alteración posible del paisaje. Las actividades agrícolas tradicionales serán consideradas elementos valiosos del paisaje, los usos y actividades preferentes conllevarán la conservación y mejora del paisaje. Se favorecerán actividades de conservación y promoción del paisaje forestal y rural (arts. 82, 95, 97). El plan de conservación y restauración de los valores naturales y culturales tendrá entre sus objetivos mantener e incrementar la calidad de los paisajes (art. 120). El mantenimiento o restablecimiento de los hábitats, como medidas de protección de los mismos, (art. 34) conlleva una incidencia directa sobre el paisaje. Las actuaciones edáficas (art. 35), movimientos de tierras (art. 36) y la protección de cauces (art. 37) pueden influir de modo directo sobre el carácter del paisaje, a partir de su incidencia sobre la edofología, geomorfología e hidrología de los territorios incluidos en el parque regional. Los proyectos de repoblación y tratamientos silvícolas se efectuarán con técnicas que garanticen la menor alteración posible de la vegetación existente, el paisaje, la estructura edafológica y la dinámica de ladera (art. 55), todos ellos, relacionados con el paisaje y cuestiones tratadas por la Geografía Física.

### 3.3. PORN de la Sierra de La Pila

El articulado, en el cual es considerado el paisaje, forma parte de la memoria de ordenación (normativa), en su Título II: Normas generales sobre protección de recursos y del dominio público, Capítulo II: Normas relativas a la protección de los recursos naturales, Sección 1: Protección del paisaje. Los artículos son: 18. protección del paisaje, 19. corrección de impactos paisajísticos, 20. publicidad exterior y símbolos conmemorativos, 21. construcciones y edificaciones, 22. jardines y espacios públicos, 23. elementos destacables, 24. residuos sólidos, y 25 imagen gráfica. Haciendo un total de 8 artículos.

Los aspectos paisajísticos son tratados en otros artículos de modo disperso por el texto normativo: art. 37. Fomento agrícola. La Consejería competente en materia de medio ambiente fomentará el mantenimiento de la agricultura tradicional por su importante contribución a la preservación de la biodiversidad y el paisaje; art. 87. Objetivos agroambientales. La Consejería competente en materia de medio ambiente velará por el mantenimiento de la actividad agrícola y ganadera tradicional dentro del ámbito del presente PORN, como elementos del paisaje valiosos por sí mismos.

La prohibición, con carácter general, de la corta, recolección o desarraigo de especies vegetales (art. 28) tiene una relación directa con el carácter del paisaje al influir en la distribución, sobre el territorio, de elementos que forman parte del paisaje. La conservación de suelos (art. 32), las limitaciones a los movimientos de tierras (art. 33) y las prohibiciones de actuaciones sobre cauces y márgenes de los cursos de agua (art. 34) constituyen un conjunto de medidas físicas relacionadas directamente con el paisaje.

### **3.4. PORN de la Sierra El Carche**

Por último en la Memoria de Ordenación: Normativa, Título II. Normas generales, Capítulo II. Normas relativas a la protección de los recursos naturales, Sección 1. Normas para la protección del paisaje, se recogen los siguientes siete artículos: 18. protección del paisaje, 19. corrección de impactos paisajísticos, 20. Publicidad, 21. construcciones y edificaciones, 22. elementos destacables, 23. residuos; 24. imagen gráfica.

Fuera de esta sección específica, existen otros artículos con referencia al paisaje: art. 35 del fomento de la actividad agrícola, donde mandata a que la Consejería competente en medio ambiente fomente el mantenimiento de la agricultura tradicional, por su importante contribución a la preservación del paisaje; los objetivos agroambientales (art. 86) también contemplan el fomento de la agricultura tradicional como modo de preservar el paisaje; y las Directrices sobre Planes de Conservación y Restauración de los valores naturales tendrán como objetivo: mantener e incrementar la calidad de los paisajes.

Los proyectos de obras considerarán la necesidad de conservar y restaurar el equilibrio edafológico, en particular en aquellos de índole forestal o pecuaria (art. 30). Movimientos de tierras (art. 31) contarán con limitaciones. Quedan prohibidas las actuaciones sobre los cauces y márgenes de los cursos de agua que pueden alterar el curso de las aguas (art. 32), así como la extracción de áridos.

En la Tabla III se muestra de modo esquemático las temáticas tratadas por los distintos artículos incluidos en los apartados dedicados de modo exclusivo al paisaje, en los distintos PORN.

Tabla III – Presencia de las cuestiones paisajísticas en los distintos PORN.

Fuente: Elaboración propia a partir del BORM

CUESTIÓN	PARQUE REGIONAL			
	ESPUÑA	CARRASCOY	LA PILA	EL CARCHE
Residuos sólidos	X	X	X	X
Publicidad/imagen	X	X	X	X
Elementos destacables	X		X	X
Corrección impactos paisajísticos	X	X	X	X
Construcciones/edificaciones	X	X	X	X
Jardines/espacios públicos	X	X	X	
Protección paisaje		X	X	X
Otras actuaciones e infraestructuras		X		

#### 4. Discusión

Todos los PORN fueron aprobados con posterioridad a la declaración de parque regional de los distintos espacios naturales, salvo el caso de El Carche. De la elaboración de PORN de este último espacio natural surgió la propuesta de su declaración como espacio protegido (Tablas I y II). Esto no tiene gran trascendencia ya que todos fueron declarados con la figura de mayor rango de protección existente en la legislación.

Las cuestiones relacionadas con el paisaje, recogidas por los distintos artículos, incluidos en la parte del PORN dedicada de un modo claro al paisaje se muestran en la Tabla III. Se observa que en lo referido a los elementos destacables (antenas y otros elementos similares) que para el caso de Carrascoy no existe un artículo dedicado a la cuestión. Sin embargo para la cuestión denominada “otras actuaciones e infraestructuras”, el único PORN que lo contempla es el de Carrascoy. Todo las posibles carencias, en lo concerniente a la protección del paisaje, son suplidas por la necesidad de autorización administrativa, memoria ambiental o evaluación ambiental, de la actividad a realizar en el ámbito de los distintos parques regionales. Estos procedimientos administrativos permiten considerar nuevos matices, en cuanto al paisaje, no recogidos en los distintos PORN.

Hay que considerar como positivo la consideración del paisaje, con sus posibles deficiencias, en el PORN de Sierra Espuña; ya que fue aprobado en 1995 cuando todavía no existía el CEP2000 el cual constituye en la actualidad un marco referencial a nivel europeo para la ordenación, protección y gestión del paisaje.

Los PORN contienen referencias a la protección del paisaje en otros artículos dedicados a sectores tales como el agrícola y las repoblaciones forestales. Además se pueden encontrar artículos, en los cuales se recogen restricciones, prohibiciones y acciones (minería, extracciones



de áridos, actuaciones sobre cauces, manejo del suelo, etc.), incidentes sobre el paisaje, relacionadas directamente con facetas del conocimiento estudiadas por la geografía física tales como: geomorfología, biogeografía, hidrología, etc.

La sectorización de lo paisajístico en apartados (secciones, capítulos y/o títulos) y su dispersión en otros sectores tales como el agrícola y las repoblaciones, lleva a pensar que estamos ante una situación como la descrita por Trias (2012), donde la protección parece imperar, como “congelando el paisaje” (Sánchez-Sánchez, 2014). El paisaje no es el objeto central de los PORN a pesar de ser el carácter del territorio (CEP2000) y síntesis de esa interacción entre naturaleza y hombre.

## 5. Conclusiones

El PORN de Sierra Espuña se adelantó, de modo acertado, a la aparición del CEP2000. La normativa muestra un carácter más proteccionista del paisaje que de gestión, aspecto este que no debiera ser así ya que los PORN de Carrascoy y El Valle, La Pila, y El Carche fueron aprobados con posterioridad al CEP2000. Es aconsejable un mayor desarrollo y profundización sobre el paisaje en los PORN analizados. Se propone la puesta de en marcha o desarrollo de planes de paisaje, tendentes a ocupar la función central en la gestión de los espacios protegidos.

Existen acciones relacionadas directamente con los suelos, las repoblaciones forestales, cauces, etc., de las que se deducen una influencia indirecta sobre el paisaje. Estas pueden ser entendidas como del ámbito de la geomorfología, biogeografía, hidrología, etc., por lo tanto situadas en la órbita de estudio de la Geografía Física.

## 6. Bibliografía

- BORM (2016): Boletín Oficial de la Región de Murcia. [Online]. Disponible en: <http://www.borm.es/>. [Acceso 12 de Junio de 2016].
- Jefatura del Estado de España (2007): Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Boletín Oficial del Estado, nº 299.
- Panareda, J.M. y Arozena, M<sup>a</sup>. E. (2008). Transformaciones en el paisaje de los espacios protegidos en los últimos años. *Scripta Nova*. [Online] 270(22), Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-22.htm>. [Accedido el 10 de Mayo de 2016]
- Sánchez-Sánchez, M.A. (2014): Análisis de los instrumentos para la gestión del paisaje en el Parque Regional de Carrascoy y El Valle (Región de Murcia). Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia. Inédita.
- Trias, B. (2007). De los paisajes protegidos a la protección del paisaje: un reto pendiente. *R.V.A.P.*, 64 (Septiembre-Diciembre), 241-270

## OCUPAÇÃO E USO DA TERRA NA ÁREA DE PROTEÇÃO DO GEOSSÍTIO DAS MINAS DO CAMAQUÃ - BRASIL.

M. M. V. Ahn<sup>(a)</sup>, A. L. H. Simon<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Pelotas  
mauricio.von.ahn@gmail.com  
adriano.simon@ufpel.edu.br

### Resumo

A dinâmica de uso da terra desencadeia alterações nos elementos e processos da geodiversidade, pois a gradual remoção das coberturas vegetais pode acarretar na degradação das características naturais de geossítios. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar as características de cobertura e uso da terra e sua relação com o processo de ocupação da Área de Proteção do Geossítio das Minas do Camaquã – Rio Grande do Sul – Brasil, procurando compreender aspectos da organização do espaço vinculados às atividades de mineração e subsidiar estudos de geodiversidade e geoconservação na área em questão. De forma geral, verificou-se a existência de um cenário com muitas intervenções resultantes do processo histórico de ocupação sobre a geodiversidade, onde o uso da terra foi determinante para a descaracterização de uma paisagem natural existente, formando um relevo antropogênico, o qual deve ser fortemente preservado e as atividades antrópicas futuras conduzidas no âmbito da geoconservação.

**Palavras chave:** interferência antrópica; geodiversidade; conflitos ambientais

### 1. Introdução

A ciência geográfica, dentre suas diferentes concepções, sempre se propôs a realizar estudos que envolvem a interação das sociedades com a natureza, de forma a analisar os processos dinâmicos resultantes dessa relação. O relevo, como componente desse estrato geográfico no qual vivem as sociedades, constitui-se em suporte das interações naturais e socioeconômicas, onde o homem agride, transforma e torna economicamente produtivos os sistemas naturais que, nas formas originais, seriam incapazes de promover todas as necessidades humanas (CASSETI, 1991).

O uso inadequado da terra desencadeia alterações no meio físico que podem ser intensos e contínuos, manifestando-se na alteração da morfodinâmica e da morfogênese, colocando em risco a população residente em uma determinada área ou em seu entorno. Essas alterações espaço-temporais podem ocorrer de forma brusca ou lenta, dependendo da intensidade da apropriação e da ocupação por parte das atividades humanas sobre sistemas que mantinham suas características naturais (SIMON, 2007).

Para tanto, entende-se que a análise da dinâmica de cobertura e uso da terra é de extrema importância neste contexto, pois as formas do relevo de determinado fragmento espacial se encontram em contato direto com as atividades antrópicas vinculadas ao uso da terra, ao passo que a conservação das coberturas vegetais também significa uma manutenção do equilíbrio dos processos que operam sobre as formas do relevo. De acordo com Gray (2004), a variedade de

ambientes geológico-geomorfológicos, composto por rochas, minerais, formas do relevo e processos físicos, que se fazem presentes nos geossítios, compõem a geodiversidade, que abrangem ainda outros sistemas criados como resultados dos processos naturais (endógenos e exógenos) e antrópicos (KOZLOWSKI, 2004). Esse fato demonstra a representatividade que a geodiversidade possui no cenário de conservação da natureza, sendo considerada como o substrato para a sustentação da biodiversidade na Terra (STANLEY, 2000; NIETO, 2001; PROSSER, 2002; BRILHA 2005 e PEREIRA 2010).

No entanto, o desconhecimento sobre os aspectos e potenciais da geodiversidade faz com que conflitos de uso da terra, somados à falta de políticas públicas de divulgação e conservação destes componentes abióticos, atuem consideravelmente para a degradação dos elementos geológico-geomorfológicos, com reflexos imediatos sobre a biodiversidade. Diante disto, torna-se importante proteger e conservar o patrimônio geológico-geomorfológico de processos inadequados de uso da terra, bem como evidenciar as degradações ambientais decorrentes da dinâmica de cobertura e uso da terra em áreas de proteção da geodiversidade: os geossítios.

A Área de Proteção do Geossítio das Minas do Camaquã (APGMC) está situada nos limites municipais de Caçapava do Sul, Santana da Boa Vista, Bagé e Pinheiro Machado, na porção central do Estado do Rio Grande do Sul - Brasil (Figura 1). O limite de abrangência da APGMC teve como base a definição das coordenadas geográficas do Geossítio das Minas do Camaquã definidas por Borba (2013), que realizou um trabalho de inventariação de 46 geossítios do município de Caçapava do Sul.

O processo de extração de cobre nas Minas do Camaquã teve início em meados de 1865. Como resultado dessa descoberta, a vila das Minas do Camaquã surgiu e começou a se desenvolver no instante em que estas reservas minerais iam atraindo investidores estrangeiros, os quais foram se instalando e se beneficiando do minério que ali era encontrado e explorado, contribuindo para que as atividades mineiras fossem significativas e fundamentais para a formação socioespacial da região, tornando-se um marco histórico da mineração de cobre no Brasil.

A interferência antrópica pelos mecanismos de controle provocou a modificação dos atributos dos elementos do sistema físico-ambiental nas Minas do Camaquã, que eram responsáveis pelos processos naturais e que mantinham o equilíbrio da morfodinâmica e morfogênese da área, além da manutenção de uma estrutura que respondia a essa estabilidade, adaptando-se à pequenas variações de ordem natural. Estes mecanismos de controle antrópico, reajustaram os elementos naturais aos novos processos, criando dinâmicas diferenciadas que se estabeleceram em prol da evolução do sistema socioeconômico, definidas pelas atividades de uso da terra vinculadas à atividade de extração mineral de cobre que se deu do século XVIII até as décadas de 1980 e 1990.

Partindo destas considerações iniciais, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar as características de cobertura e uso da terra e sua relação com o processo de ocupação da Área de Proteção do Geossítio das Minas do Camaquã – Rio Grande do Sul – Brasil, procurando compreender aspectos da organização do espaço vinculados às atividades de mineração e subsidiar estudos de geodiversidade e geoconservação na área em questão.

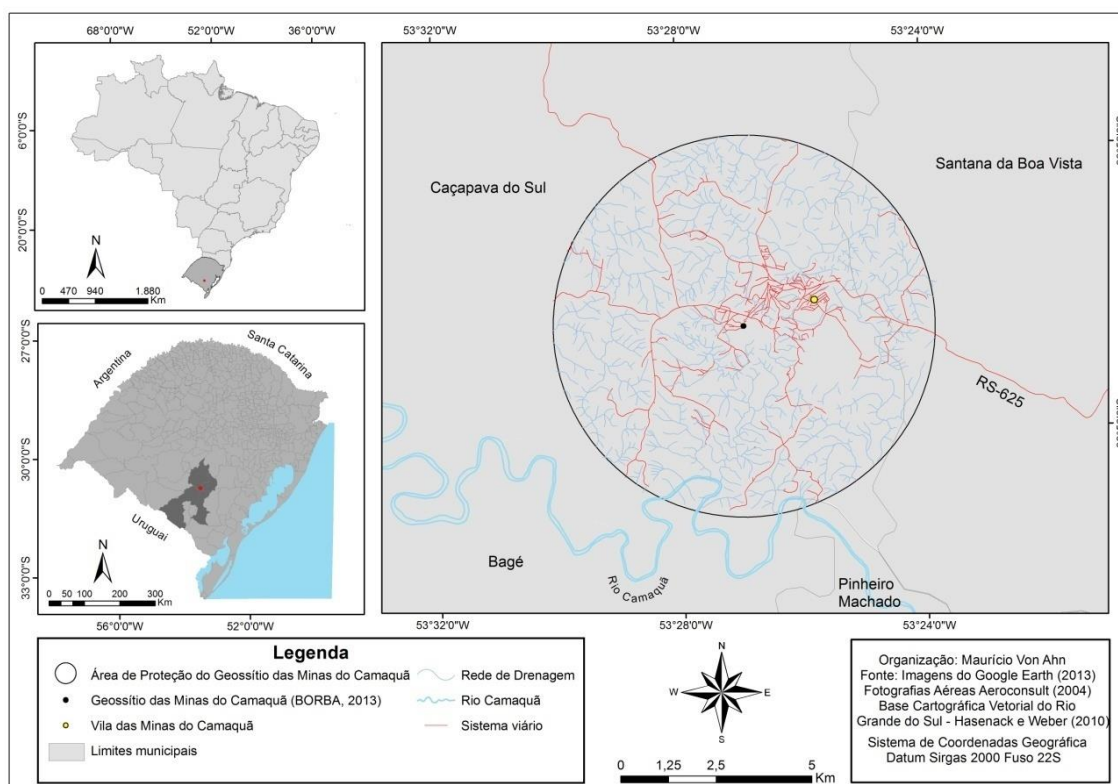


Figura 1 - Mapa de localização da APGMC.

Fonte – Autor.

## 2. Materiais e métodos

A identificação e análise das características de cobertura e uso da terra, derivada do mapeamento das coberturas e usos da terra, foi conduzida a partir dos procedimentos metodológicos descritos a seguir.

(1) Levantamento e revisão de literaturas referentes à temática abordada; (2) Organização da Base Cartográfica: o limite de abrangência da APGMC teve como base os estudos de Borba (2013), sendo que a organização da base cartográfica desta área pautou-se nos dados vetoriais do Estado do Rio Grande do Sul, em escala 1:50.000 (HASENACK; WEBER, 2010); (3) Seleção das imagens do Google Earth para o mapeamento da cobertura e uso da terra: este procedimento seguiu as orientações de Simon; Trentin (2009), a partir da utilização do software Google Earth, de onde foram obtidas 28 imagens em escala aproximada de 1:50.000. Durante a obtenção das

imagens foram definidos 4 pontos de controle em cada vértice, os quais foram utilizados, posteriormente, no processo de georreferenciamento; (4) Georreferenciamento das imagens do Google Earth: realizado no ambiente do software ArcGIS 10.0, ocorreu a partir do registro das informações espaciais sobre os quatro pontos de controle pré-definidos nas 28 imagens; (5) Delimitação das classes de cobertura e uso da terra: as classes de cobertura e uso da terra foram reconhecidas e delimitadas tendo como base o sistema de classificação elaborado pelo IBGE a partir do Manual Técnico do Uso da Terra (2013); (6) Realização de trabalhos de Campo: foram realizados três trabalhos de campo nos dias, 22 e 23 de fevereiro de 2014, 15 e 16 de novembro de 2014 e 03 e 04 de maio de 2015. Estes trabalhos sistemáticos tiveram como objetivo analisar as informações obtidas através do mapeamento, reconhecer características peculiares da área e avaliar os possíveis conflitos existentes entre o processo histórico de ocupação vinculado as atividades de mineração identificadas no mapeamento e a geodiversidade do Geossítio das Minas do Camaquã.

### **3. Resultados e discussão**

O cobre nas minas do Camaquã foi esgotado, mas a mineração permanece inscrita na paisagem da área. Desta forma, visando compreender como o espaço geográfico das Minas do Camaquã está organizado atualmente, diante de todo um processo de apropriação e ocupação dos recursos naturais da área, motivada pelas necessidades socioeconômicas e vinculada ao processo de extração mineral, apresenta-se, a seguir, uma análise das coberturas e usos da terra na APGMC.

Na APGMC foram identificadas treze (13) classes de cobertura e uso da terra: Área Urbanizada; Campo Limpo; Campo Sujo; Corpos de Água; Afloramento Rochoso; Culturas Temporárias; Instalações Agrícolas; Florestal; Silvicultura; Áreas de extração mineral; Áreas de deposição ou extrapolação mineral; Formações de influência fluvial e Bancos de areia (Figura 2).

As coberturas da terra possuem grande representatividade espacial na APGMC, ocupando 70,60 km<sup>2</sup> (89,9%) de uma área de 78,539 km<sup>2</sup>, e compreendem os Afloramentos Rochosos; Área Florestal; Campo Limpo; Campo Sujo; Bancos de Areia; Corpos de Água e Formações de Influência Fluvial (Figura 2).

O mapeamento realizado destaca uma cobertura da terra peculiar à área em estudo, referente aos afloramentos rochosos, que ocupam 2,065 km<sup>2</sup> (2,62%) da APGMC. Esta cobertura foi reconhecida para este mapeamento devido à sua relação com a ocorrência de feições ruiformes, características das formações sedimentares da APGMC, e que representam os principais componentes da geodiversidade da área em estudo (Figura 3).

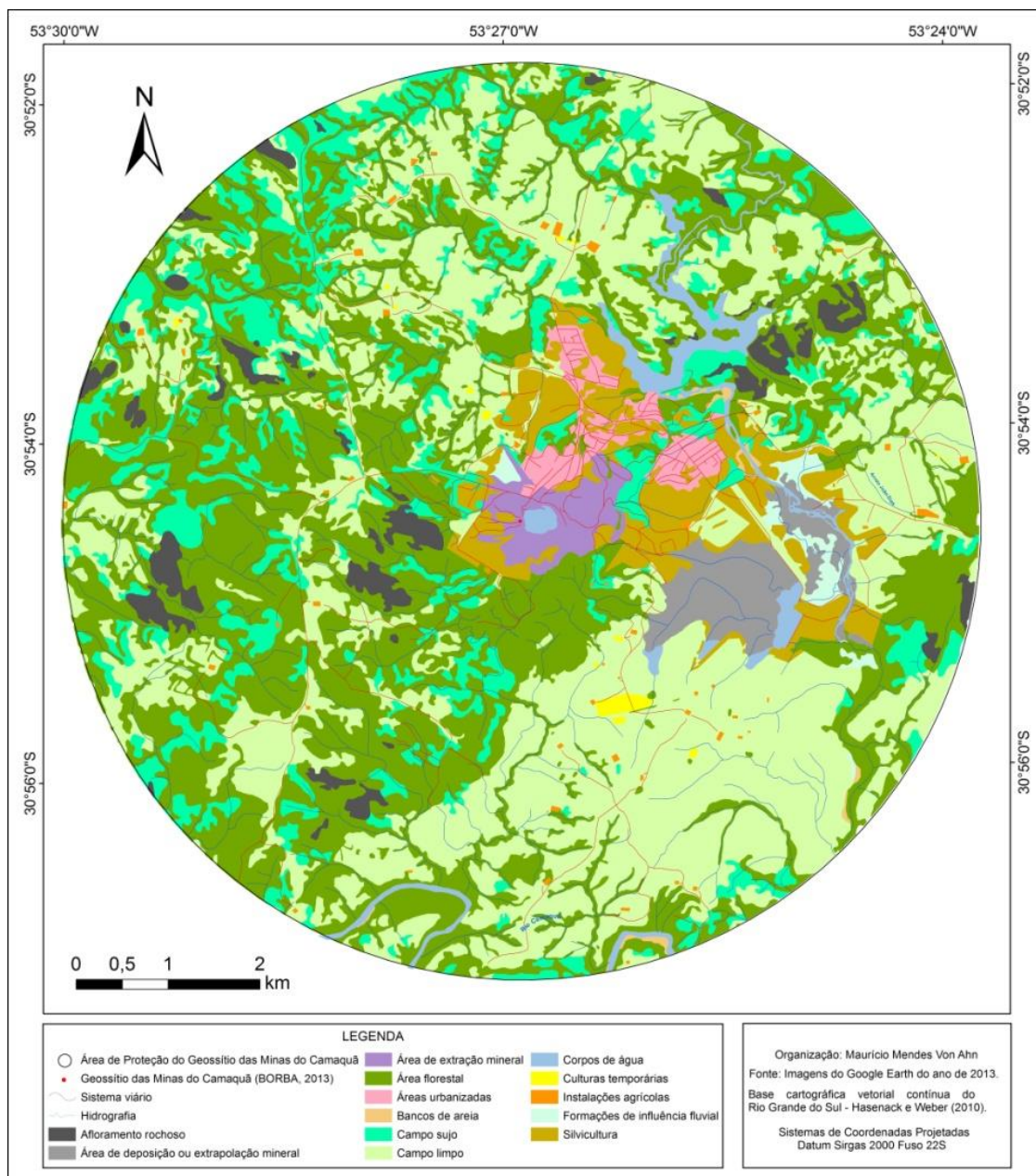


Figura 2 - Coberturas e Usos da Terra da Área de Proteção do Geossítio das Minas do Camaquã – RS.

Fonte - Autor.



Figura 3 - Característica das feições ruíniformes associadas à ocorrência de afloramentos rochosos na APGMC.

Fonte - Autor.



Muito embora os Afloramentos Rochosos não possuam grande representatividade espacial na APGMC, foi possível identificar a existência de uma associação paisagística entre as coberturas florestais e as feições ruiformes da APGMC, fato que concede importância à preservação das florestas na manutenção da beleza cênica da área e na proteção das estruturas geológico-geomorfológicas (Figura 4).



Figura 4 - Associação entre as feições ruiformes do geossítio e as coberturas florestais em fundos de vale, depósito de tálus e diáclases rochosas dos patamares estruturais.

Fonte - Autor.

A cobertura Florestal é a que possui maior representatividade na APGMC, ocupando 28,775 km<sup>2</sup> (36,64%) da área, sendo composta predominantemente por espécies arbóreas. Também foi possível identificar que estas coberturas se encontram com menor predominância na área de extração mineral e nas áreas com menor elevação, onde se encontram a Vila das Minas do Camaquã e as áreas de deposição ou extrapolação mineral. Nos trabalhos de campo foi possível verificar o predomínio destas coberturas também em declividades mais acentuadas, sobretudo onde ocorrem depósitos de tálus associados às feições ruiformes do geossítio, resultantes do acúmulo de detritos provenientes da desagregação mecânica dos patamares estruturais em condições paleoclimáticas mais secas e atualmente alterados pela ação do intemperismo químico.

As áreas de campo sujo e campo limpo apresentam intrínseca relação com a evolução geológica e histórica da paisagem da área em estudo e ocupam, respectivamente, 28,301 km<sup>2</sup> (36,04%) e 9,307 km<sup>2</sup> (11,85%) da APGMC.

De acordo com Pillar et al (2009),

Os Campos garantem serviços ambientais importantes. Têm sido a principal fonte forrageira para a pecuária, abrigam alta biodiversidade, garantem a conservação de recursos hídricos e oferecem beleza cênica com potencial turístico importante. Entretanto, sua conservação tem sido negligenciada frente à perda de habitats campestres ocorrida nas últimas décadas devido à conversão em usos agrícolas e silviculturais.

Portanto, entende-se que preservar as coberturas campestres é de fundamental importância para a manutenção de toda uma dinâmica comandada por escalas de tempo geológicas e que vem ocorrendo de forma natural, onde todos os elementos se relacionam de forma harmônica, mantendo o equilíbrio dinâmico de distintos ecossistemas, além de proporcionar uma beleza cênica na paisagem da APGMC. Quanto às análises realizadas, constatou-se que as áreas campestres se encontram em menor predominância no entorno da Vila das Minas do Camaquã e nas áreas vinculadas à atividade de extração ou deposição mineral, justamente por serem áreas onde os processos de mineração e urbanização alteraram as coberturas naturais existentes.

As áreas referentes aos Bancos de Areia e Corpos de Água ocupam, respectivamente, 0,131 km<sup>2</sup> (0,18%) e 1,536 km<sup>2</sup> (1,96%) da APGMC. Estas coberturas apresentam intrínseca relação entre si, uma vez que a formação dos bancos de areia está diretamente relacionada aos processos de sedimentação nos leitos dos principais canais fluviais da área em estudo.

As Formações de Influência Fluvial ocupam 0,494 km<sup>2</sup> (0,62 %) da área total, e apresentam o predomínio de gramíneas e vegetação de porte baixo, com ocorrência em áreas próximas às margens do Arroio João Dias. Acredita-se que a sua formação é ocasionada pela sazonalidade de áreas inundáveis durante períodos de cheias na região.

Diante do exposto, vale ressaltar que apesar de se formarem naturalmente, as coberturas referentes aos Bancos de Areia, Corpos de Água e Formações de Influência Fluvial são fortemente estimuladas por mecanismos de controle antrópico e por isso podem ser, no mapeamento apresentado, resultado de reajustes, readaptações, fases de sucessão natural secundária, ou processos geomorfológicos dinamizados pela ação do Homem. Por este motivo, os bancos de areia, os corpos de água e as áreas de influência fluvial foram inseridos na interface entre a análise das coberturas e usos da terra.

Os usos da terra possuem pouca representatividade espacial na APGMC, ocupando-se de 7,930 km<sup>2</sup> (10,1%) de uma área de 78,539 km<sup>2</sup>. Entretanto, apesar de possuírem pouca representatividade em termos de ocupação espacial, os usos da terra são de extrema importância para a compreensão das alterações provocadas. Estes usos compreendem as Áreas de Silvicultura; Instalações Agrícolas; Culturas Temporárias; Área Urbanizada; Áreas de extração mineral e Áreas de deposição ou extrapolação mineral.

Inicialmente serão abordadas as Áreas Antrópicas Agrícolas, e posteriormente as Áreas Antrópicas não-Agrícolas. As Áreas Antrópicas Agrícolas correspondem às culturas temporárias, instalações agrícolas e silvicultura, as quais atuam como principal pressão antrópica sobre as coberturas vegetais naturais que agem no equilíbrio da morfodinâmica atrelada à evolução das feições ruiformes presentes na APGMC. As Áreas Antrópicas não-Agrícolas correspondem às



áreas urbanizadas e de mineração (Área de deposição ou extrapolação mineral e Área de extração mineral), responsáveis pelas principais alterações nas coberturas naturais da APGMC.

A análise da localização espacial das Áreas Antrópicas Agrícolas possibilita compreender os principais vetores de alteração da paisagem natural bem como a distribuição das propriedades rurais que podem se consolidar como portas de entrada para o recebimento de ações geoconservacionistas e de geoturismo na área.

As áreas de Silvicultura ocupam 3,642 km<sup>2</sup> (4,64%) da área. Em campo, verificou-se que as glebas de silvicultura estão atreladas principalmente à recuperação de áreas degradadas pela mineração, sobretudo no entorno das antigas cavas de mineração e das áreas urbanizadas, e em menor proporção nas áreas de deposição ou extrapolação mineral.

Conforme Pillar et al. (2009) o plantio dessas árvores exóticas gera um retorno financeiro muito maior do que a pecuária, porém, de acordo com o autor citado, a plantação destas espécies leva à perda da biodiversidade campestre e florestal. A ampliação das áreas de silvicultura enquanto prática econômica dos moradores da área pode comprometer a integridade da geodiversidade local, uma vez que o aspecto das formações geológico-geomorfológicas da área relaciona-se de forma complexa com as coberturas vegetais naturais, contribuindo para a valoração da beleza cênica local.

As instalações agrícolas ocupam 0,212 km<sup>2</sup> (0,27%) da área em estudo e estão comumente associadas às práticas pecuárias desenvolvidas nas áreas campestres (campo limpo e campo sujo), com proveito das gramíneas de boa qualidade, evitando assim a retirada das coberturas naturais para a implantação de pastagens. Estas instalações agrícolas também se caracterizam como áreas centrais de propriedades onde foram verificadas as superfícies destinadas às culturas temporárias, que ocupam uma extensão pouco significativa na APGMC, correspondendo a 0,164 km<sup>2</sup> (0,20%).

Foram identificadas 63 instalações agrícolas na APGMC. Em campo, pode-se verificar que estas instalações geralmente compreendem, em um pequeno recorte espacial das propriedades rurais, estábulos, silos, hortas, pomares, casas, espaços de lazer entre outros, sendo representativas diante do contexto das propriedades agrícolas locais.

Quanto às culturas temporárias, durante os trabalhos de campo foi possível compreender que este uso da terra se refere principalmente aos cultivos de subsistência, atrelados às propriedades rurais que tem na pecuária sua principal fonte de renda. Entende-se que as camadas delgadas do manto intempérico consistem em um sistema de controle que dificulta a ação antrópica para a prática de caráter extensivo, que exige a utilização de maquinário agrícola.

Todavia, ressalta-se a importância da existência de um maior envolvimento dos órgãos públicos e da legislação ambiental brasileira, a partir de ações geoconservacionistas, ao passo que as práticas agropastoris desenvolvidas nas propriedades que abrangem estas instalações agrícolas

podem se expandir espacialmente. A organização destas práticas pode aumentar o aparato tecnológico utilizado nas variadas atividades agrícolas, podendo vir a ameaçar a geodiversidade da área a partir da remoção da cobertura vegetal original, aceleração de processos erosivos, descaracterização do relevo a partir do uso de técnicas de revolvimento do solo e aplainamento das superfícies.

Por outro lado, compreende-se que as instalações agrícolas podem ser o ponto de partida para a gestão do geopatrimônio da área, pois as propriedades rurais são a porta de entrada para a organização de roteiros geoturísticos estruturados com acompanhamento técnico-científico e derivados do reconhecimento e respeito das particularidades culturais e econômicas locais. Isso implica ainda na possibilidade de mudança do paradigma econômico da área, que pode ter um incremento das práticas turísticas com possível compensação econômica para quem vive na APGMC.

No que se refere às culturas temporárias, observou-se que elas refletem as principais alterações nas coberturas da terra, mesmo não representando significativo comprometimento da geodiversidade da área. Entretanto, cabe destacar que a evolução deste uso pode contribuir para a mecanização das práticas envolvidas e alteração das coberturas florestais, campo limpo e campo sujo, e possibilitar o surgimento de eventuais conflitos entre o uso da terra e a geodiversidade. Desta forma, torna-se necessário um monitoramento das áreas de culturas temporárias no sentido de compreender sua expansão sobre pontos onde ocorrem formas do relevo residuais.

As Áreas Antrópicas não-Agrícolas correspondem às áreas urbanizadas e de mineração (Área de deposição ou extrapolação mineral e Área de extração mineral). Estas áreas foram identificadas e mapeadas, pois possuem importância histórica para região onde se inserem e se destacam como principal ponto de chegada de muitas expedições que já exploram as potencialidades científicas, pedagógicas e turísticas da APGMC.

As áreas urbanizadas ocupam 1,120 km<sup>2</sup> (1,43%) da área em estudo, e correspondem à Vila das Minas do Camaquã, que se concentra nas proximidades das minas a céu aberto e subterrâneas, justamente por ter sido construída para abrigar os operários que ali trabalharam ao longo do processo de exploração mineral (Figura 5).

A vila das Minas do Camaquã se encontra parcialmente ocupada, com grande parte da estrutura abandonada desde o encerramento das atividades de mineração, o que é um fator negativo ao passo que ações geoconservacionistas poderiam estar atuando no uso consciente e proteção da geodiversidade da área, a partir da promoção de atividades educacionais, didáticas, histórico-culturais e turísticas, numa área peculiar do ponto de vista geológico-geomorfológico.

As áreas de extração mineral ocupam 1,043 km<sup>2</sup> (1,32%) da área em estudo, compreendem as áreas onde o Homem, para suprir as suas necessidades, descaracterizou completamente uma

cobertura natural ali existente, criando um aspecto completamente diferente na paisagem que até então era considerada natural, mas que a partir destas alterações tornou-se antropogênica.



Figura 5 - Fotogeografia e características espaciais da Vila das Minas do Camaquã, principal núcleo de urbanização na APGMC.

Fonte - Autor.

Atualmente desativadas, as galerias subterrâneas e as cavas a céu aberto retratam as marcas do passado de exploração, que se encontram bem definidas no espaço geográfico, como resultado de um processo de descaracterização da cobertura natural ali existente (Figura 6). Segundo BORBA et al. (2013) o Geossítio das Minas do Camaquã é um lugar de conflito entre sua importância geopatrimonial e a extração de minérios, o que resulta na sua maior necessidade de proteção.

As áreas de deposição ou extrapolação mineral ocupam 1,749 km<sup>2</sup> (2,23%) da área em estudo. Estas áreas correspondem aos rejeitos de mineração, ou seja, todo aquele material contido no próprio minério, porém, com maior incidência de impurezas, e sem nenhum valor econômico, depositado nas adjacências das minas a céu aberto e subterrâneas de forma planejada, ou então derivados do colapso das áreas de contenção em função da falta de manejo.



Figura 6 - Mina a céu aberto e subterrânea atualmente desativadas após o encerramento das atividades minerárias: potencial geoturístico a ser aproveitado.

Fonte - Autor.

Nas atividades de mineração de cobre na APGMC, este material foi depositado em uma barragem de rejeitos (deposição mineral). De acordo com a Companhia Brasileira de Cobre (1984) a escolha pela retificação do meandro do arroio João Dias para a construção da barragem de rejeitos foi equivocada, tanto que em 1981 ela se rompeu (dando origem à superfície que neste trabalho é entendida como área de extrapolação mineral).

A Figura 7 possibilita a visualização da organização espacial dos rejeitos depositados na barragem e do material extrapolado em direção ao arroio João Dias.

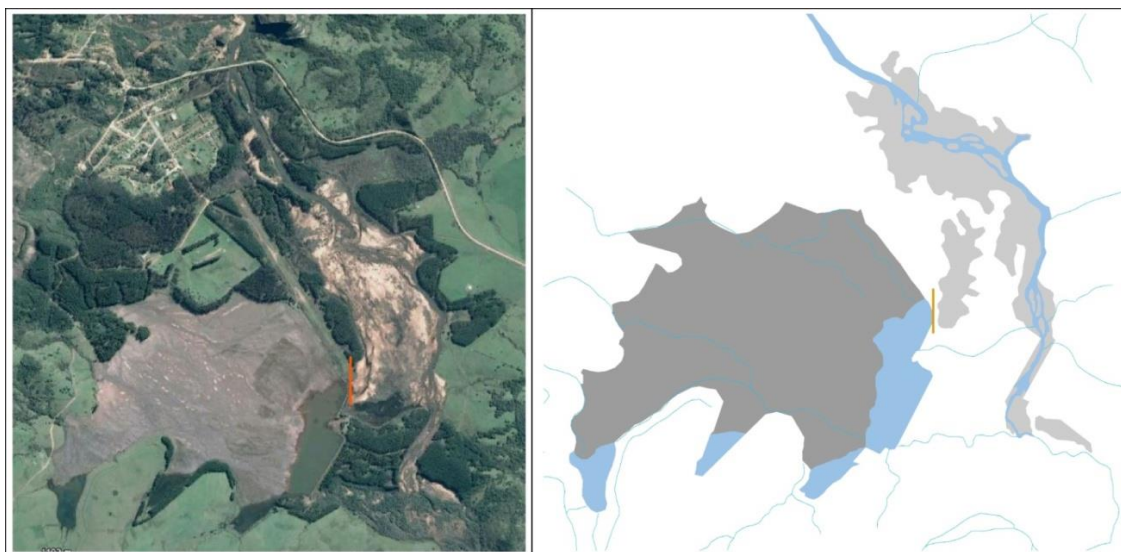


Figura 07 - Localização das áreas de deposição mineral e extrapolação mineral. Em tom de cinza escuro a área correspondente a barragem de rejeitos; em laranja a taipa que sofreu rompimento, e em tom de cinza claro o material que foi extrapolado em direção ao arroio João Dias no ano de 1981.

Fonte: Adaptado de Bruch (2006).

#### 4. Conclusões

De forma geral, verifica-se a existência de um cenário com muitas intervenções do processo histórico de ocupação sobre a geodiversidade, onde o uso da terra foi determinante para a descaracterização de uma paisagem natural ali existente, formando um relevo antropogênico, o qual deve ser fortemente preservado enquanto elemento da geodiversidade, e as atividades antrópicas futuras conduzidas no sentido de que os moradores locais compreendam a importância do local em que vivem e que possam aproveitar esta condição na organização de suas práticas culturais e socioeconômicas.

A análise do mapa de coberturas e usos da terra da APGMC possibilitou identificar que os usos da terra se encontram bem distribuídos na área, com maior concentração no entorno da Vila das Minas do Camaquã. Entende-se que a área em estudo compreende um cenário que sofreu fortes intervenções antropogênicas decorrentes da atividade de exploração mineral, onde, mesmo com

o término das atividades de exploração, muitas alterações processadas sobre as formas do relevo ainda se encontram em fase de adaptação aos elementos geológico-geomorfológicos.

Desta forma, observa-se que a natureza ainda não se recuperou integralmente das mudanças antrópicas a que foi submetida, muito embora algumas áreas afetadas diretamente pelo processo de extração mineral ainda estejam gradativamente passando por um processo de resiliência sistêmica, no sentido em que formas do relevo que sofreram significativas alterações estruturais e morfoestruturais, são detentoras de uma beleza cênica ímpar diante do contexto em que estão inseridas, podendo ser aproveitadas para atividades turística, pedagógicas e culturais, característico de geossítios.

Diante do exposto, compreende-se que é fundamental avaliar as características da cobertura e uso da terra, uma vez a que a geração de informações e análises baseadas nestes estudos permite espacializar os conflitos que ocorrem sobre a superfície terrestre. A análise integrada destes dados, bem como o seu monitoramento regular, permite o cruzamento com informações sobre os componentes abióticos da paisagem, possibilitando identificar possíveis áreas conflituosas entre o uso da terra e a Geodiversidade. A elaboração deste primeiro mapeamento faz parte de um dos pilares para um monitoramento espaço-temporal do processo de uso e ocupação da APGMC.

## 5. Bibliografia

- BORBA, A. W. et al. Inventário e avaliação quantitativa de geossítios: exemplo de aplicação ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil). *Pesquisas em Geociências*, v. 40 (3), p. 275-294, set./dez. 2013.
- BRILHA, J. *Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza em sua vertente Geológica*. Viseu/Portugal: Palimage Editora, 2005. 190p.
- CASSETI, V. *Ambiente e apropriação do relevo*. São Paulo: Editora Contexto, 1991. 147p.
- GRAY, M. *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*. Chichester (U.K.): John Wiley & Sons, 2004. 450p.
- HASENACK, H.; WEBER, E. J. (orgs.) *Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000*. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Manual técnico de uso da terra*. 3 ed. Rio de Janeiro, 2013.
- KOZŁOWSKI, S. Geodiversity: the concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*. v. 2, p. 833-837, 2004.
- NIETO, L. M. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, Madrid, v. 112, n. 2, p. 3 - 11, 2001.
- PEREIRA, R. G. F. A. *Geoconservação e Desenvolvimento Sustentável na Chapada Diamantina (Bahia – Brasil)*. 2010. 225f. Tese (Doutorado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2010.
- PILLAR, V. et al. (eds.). *Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009. 403 p.
- PROSSER, C. Terms of endearment. *Earth Heritage*, Gwynedd, n.17, p. 12 – 13, 2002.

SIMON, A. L. H. *A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNESP, Rio Claro, 2007. 165p.

SIMON, A. L.H.; TRENTIN, G. Elaboração de cenários recentes de uso da terra utilizando imagens do Google Earth. *Ar@cne*, Barcelona: Universidad de Barcelona, n. 116, 2009.

STANLEY, M. Geodiversity and why we need it. *Earth Heritage*, Gwynedd, n.14, p. 15–18, 2000.



## CONFLITOS AMBIENTAIS ENTRE O USO DA TERRA E A GEODIVERSIDADE NO PARQUE ESTADUAL DO CAMAQUÃ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Â. L. de O. Lopes<sup>(a)</sup>, S. F. G. de Souza<sup>(b)</sup>, A. L. H. Simon<sup>(a,b)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-graduação em Geografia - Universidade Federal de Pelotas  
lopes.andrea.geo@gmail.com  
adrianosimon@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia – Universidade Federal de Pelotas  
samiraguedes@outlook.com

### Resumo

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar e analisar os conflitos ambientais entre o uso da terra e a geodiversidade no Parque Estadual do Camaquã, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Para essa análise foi realizado o confronto das informações espaciais referentes à geodiversidade (com ênfase nas paleofeições e feições fluviais) obtidas a partir de um mapeamento geomorfológico e as informações de uso da terra, identificadas através de um mapa de coberturas e usos da terra. Foram constatados conflitos relacionados a ocupação de áreas de paleo-cordões arenosos em especial para o cultivo de arroz irrigado, bem como a descaracterização de canais fluviais que foram retelinizados para atender à demanda de água deste gênero agrícola.

**Palavras chave:** ocupação do espaço; geomorfologia; áreas protegidas

### 1. Introdução

O Parque Estadual do Camaquã é uma unidade de conservação ambiental do estado do Rio Grande do Sul que tem como principal objetivo a proteção de ambientes úmidos adjacentes à Laguna dos Patos. Além disso, o Parque possui um delta intralagunar de grande representatividade regional resultante da sedimentação na foz do Rio Camaquã ao alcançar a Laguna dos Patos.

Apesar de ser protegido por lei (decreto Estadual nº 23.798 de 12 de março de 1975) o Parque Estadual do Camaquã vem sofrendo diversas pressões de ordem social e econômica que com o passar do tempo se intensificaram, decaracterizando a dinâmica natural deste ambiente. Superfícies de relevo plano com disponibilidade de água facilitaram a ocupação, em especial para as práticas agrícolas que evoluíram nas margens e ilhas da foz do Rio Camaquã, apesar do relevante papel ambiental do local e da legislação que o protege.

Em conformidade com o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC- BRASIL, lei nº 9.985) o Parque Estadual do Camaquã é uma área de proteção integral, onde são proibidas atividades humanas que alterem ou perturbem a biodiversidade e a geodiversidade local. Nesse sentido, todo uso ou ocupação dentro dos limites do parque é caracterizado como conflito



ambiental. Apesar desta área de proteção existir há mais de 40 anos ainda não foram adotadas medidas efetivas para a proteção do Parque Estadual do Camaquã (Plano de Manejo ou Zoneamento ambiental) já que a legislação por si só não garante a proteção deste ambiente.

Além de ser ambientalmente frágil, o parque possui grande beleza cênica por conter um dos maiores remanescentes de vegetação arbórea do estado que está assentada em uma zona de transição entre os biomas Pampa e Mata Atlântica. Também localiza-se nos limites do Parque um dos deltas intralagunares mais representativos do Brasil com uma série de canais fluviais com diferentes padrões de drenagem e paleoformas que vão desde canais e meandros abandonados a paleo-cordões arenosos que, portanto, reforçam a grande relevância geográfica e ambiental do Parque, por este abarcar Biodiversidade e Geodiversidade peculiares.

O termo geodiversidade está atrelado à variedade dos componentes do sistema abiótico como os aspectos geológicos (minerais, rochas e fósseis), geomorfológicos (formas do relevo e processos), pedológicos e hídricos além dos fenômenos e processos que envolvem estes elementos (SHARPLES, 1995; PEREIRA, 2013; SILVA, 2012). O conceito de Geodiversidade deve ser integrador e aplicável de maneira prática, sendo uma ferramenta de auxílio à gestão territorial e de conservação da natureza (SILVA, 2012). A geodiversidade é o elemento que sustenta a biodiversidade, e esta por sua vez é um importante componente de proteção a geodiversidade, reforçando a relação sistêmica entre ambos. O não reconhecimento da relevância da geodiversidade sobre a natureza, aliada ao uso do espaço sem planejamento atuam na degradação e na quebra do equilíbrio dinâmico destes elementos ambientais.

Moraes (2010) afirma que o conhecimento da geodiversidade nos leva a identificar as aptidões e restrições de uso do meio físico, bem como os impactos advindos do uso inadequado. Portanto, se levado em consideração o arranjo da geodiversidade local, são possíveis ações de planejamento do uso e ocupação do espaço. No âmbito das unidades de conservação ambiental o diagnóstico da geodiversidade auxilia no zoneamento destas áreas, bem como na elaboração do plano de manejo, identificando os locais que exigem certas restrições quanto ao uso da terra.

De acordo com IBGE (2013) o uso da terra é o termo associado às atividades humanas em determinado espaço, já o termo cobertura da terra refere-se aos elementos naturais como água, gelo, rocha nua, florestas dentre outros. A compreensão do fenômeno uso da terra adquire importância nas análises geográficas e ambientais pois possibilita a identificação das áreas que estão sob intensa pressão ambiental, a caracterização das principais alterações desencadeadas pelo processo de ocupação e, ao mesmo tempo, a identificação das áreas que ainda podem ser preservadas ou ainda quando necessário propor formas de recuperá-las (SIMON, 2007; CUNHA, 2010).

A ocupação e uso da terra ocorre em consonância com o aperfeiçoamento das técnicas inerentes às práticas agrosilvopastoris ou urbanas, dentro de uma escala de tempo histórica (SUETEGARAY; NUNES, 2001). Assim, em áreas onde o controle e a apropriação dos elementos naturais se dá de forma mais incisiva são aquelas onde a alteração do espaço se apresenta de forma mais acentuada. Esse conjunto de técnicas de apropriação descaracterizam e criam morfologias artificiais, desequilibram fluxos e alteram a dinâmica do sistema físico-ambiental. A compreensão destes processos auxilia em ações de planejamento ambiental, recuperação de áreas degradadas e definição de áreas prioritárias para a proteção e conservação ambiental (PASCHOAL *et al.* 2012).

O Parque Estadual do Camaquã se localiza na divisa dos municípios de Camaquã e São Lourenço do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Fig. 01). Insere-se na Unidade Geomorfológica da Planície Lagunar, abrangida pela Região Geomorfológica da Planície Costeira Interna (RADAMBRASIL, 1986). Assenta-se sobre três unidades geológicas: Depósitos de Planície Lagunar, Depósitos Deltáicos, e Depósitos de Praias e Cristas Lagunares (CPRM, 2008). Os depósitos de planície deltaica são extremamente sensíveis ao tipo de clima dominante, sendo que em áreas de clima úmido e quente costumam exibir vegetação luxuriante (SUGUIO, 2003).

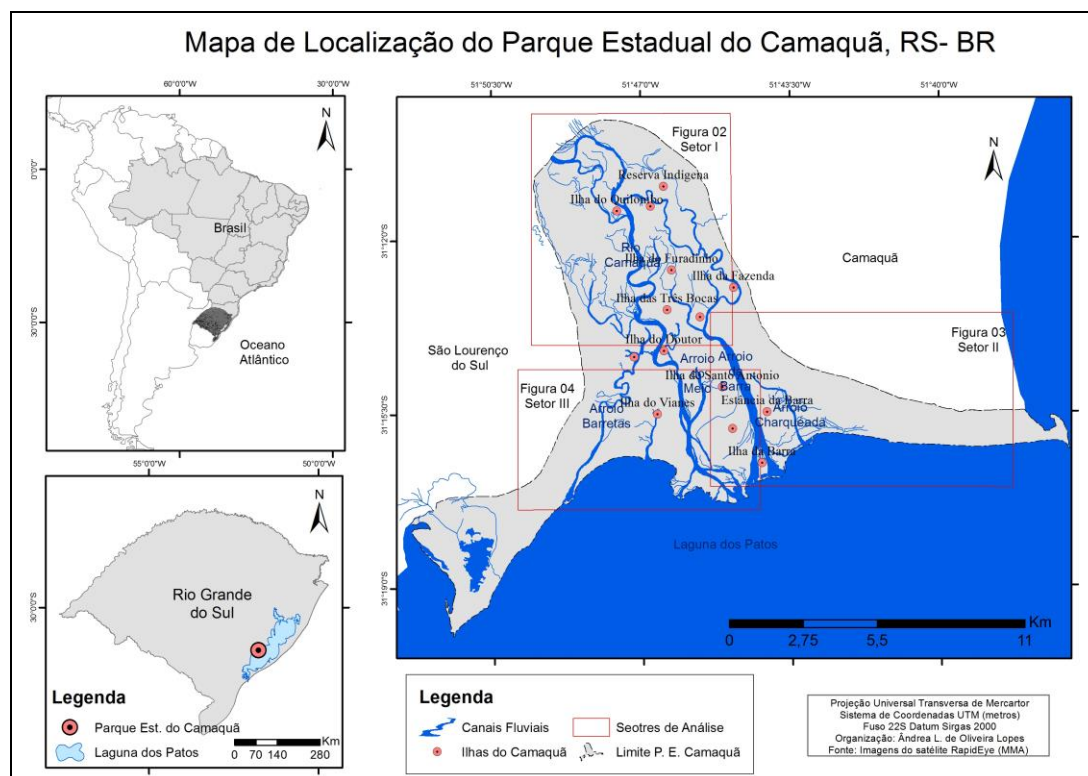


Figura 01 - Mapa de localização do Parque Estadual do Camaquã.

O clima regional de acordo com a classificação de Köppen se enquadra como Temperado Úmido, possui precipitações médias entre 1.150mm a 1.300mm, com média anual de 1.213mm.

A temperatura possui média anual de 18,8°C, com média das máximas de 23,6°C e média das mínimas de 14,5°C. A umidade relativa do ar apresenta as variações de 73% a 84%, com média anual de 79%. (INMET, 1931/1990 *apud* HANSEN, 2007). As condições geológico-geomorfológicas e de clima descritas contribuem para a organização de formações arbóreas de restinga, com uma fisionomia particular e uma flora típica do Bioma Pampa. Em transição com remanescentes de Mata Atlântica. Os ecossistemas dominantes são lagoas e banhados, praias arenosas, dunas frontais e lacustres, campos litorâneos, matas de restinga e butiazais (formações arbustivas da família das Palmeiras, *Butia catarinenses*), todos típicos de áreas planas litorâneas (WAECHTER 1985).

Diante destas considerações iniciais este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar e analisar os conflitos ambientais entre o uso da terra e a geodiversidade do Parque Estadual do Camaquã, RS/Brasil. Para este trabalho os elementos da geodiversidade são compreendidos pelas paleoformas – pois estas estão atreladas à possíveis ocorrências de espécies endêmicas e reliquias, bem como pelas feições hidrográficas atuais e pretéritas – pois as mesmas tem fundamental importância para a morfogênese e morfodinâmica do delta intralagunar presente na área em estudo.

## 2. Metodologia

O uso inadequado de determinados espaços, aliado à inexistência de políticas de conservação dos elementos da geodiversidade tem desencadeado conflitos ambientais resultantes do processo de ocupação desprovido de um planejamento eficiente. A compreensão das práticas de ocupação de um determinado espaço permite a identificação dos locais onde a exploração e apropriação dos recursos esteja indiferente com sua capacidade. O levantamento de uso da terra permite a identificação dos conflitos atrelados às atividades humanas e quando realizado em conjunto com as demais características ambientais, dentre elas as características do relevo, possibilita um confronto entre a dinâmica de ocupação e capacidade de suporte dessas atividades pelo sistema físico-ambiental visando assim sua conservação.

Para que a análise dos conflitos entre ocupação do espaço e a geodiversidade no Parque Estadual do Camaquã fosse possível foram realizados, inicialmente, o mapeamento geomorfológico da área em estudo, que permitiu identificar e analisar as paleoformas e as feições hidrográficas (compreendidas como principais elementos da geodiversidade da área na presente pesquisa), bem como a o mapeamento das classes de coberturas e usos da terra. Os referidos mapas foram elaborados a partir de quatro imagens do satélite RapidEye, do mês de maio do ano de 2012, com resolução espacial de 5m e resolução radiométrica de 12 bits,

disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (Geocatálogo MMA). Para a interpretação foram utilizadas as composições coloridas naturais (R3, G4, B5) e infravermelho próximo (Ir). Para a vetorização das feições e edição do mapa foi utilizado o software ArcGis versão 10.0 (licença Leagef/UFPel).

A simbologia utilizada para a elaboração do mapa geomorfológico baseou-se nas adaptações de Cunha (2001) para as propostas de Tricart (1965); Verstappen & Zuidam (1975) onde foram selecionados símbolos lineares e areais organizados em uma única legenda que respeite os princípios da cartografia geomorfológica voltada à gestão ambiental.

As classes de cobertura e uso da terra foram identificadas e delimitadas a partir das orientações do Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). As áreas de cobertura e uso encontradas foram classificadas a partir de três níveis principais (área antrópica não agrícola, área antrópica agrícola, área de vegetação natural e água). Para o presente trabalho, entretanto, foram consideradas nas análises apenas as classes de uso da terra, compreendidas pelas áreas antrópicas agrícolas e áreas antrópicas não agrícolas, por compreender que estas classes são os principais vetores de pressão e conflitos ambientais que se desenvolvem com os elementos da geodiversidade.

As áreas antrópicas agrícolas foram representadas pelas seguintes classes: Pastagem, Demais Culturas Temporárias, Silvicultura, Instalações Agrícolas, Usos não Identificados e Arroz irrigado. Apesar de pertencer à classe das culturas temporárias, de acordo com o IBGE (2013), as áreas de arroz irrigado foram analisadas de forma independente no presente trabalho, em função das significativas alterações provocadas pelas atividades orizícolas sobre as formas do relevo e a dinâmica fluvial, em especial num ambiente deltaico, ou seja, de extrema complexidade e fragilidade ambiental.

No nível Áreas Antrópicas não Agrícolas foi identificada apenas a classe: a Área Urbana. As áreas de cobertura da terra não foram analisadas na presente pesquisa, pois considera-se que onde as coberturas da terra são mantidas, os elementos da geodiversidade estão sobre proteção e dessa forma sofrem pouca intervenção mantendo sua dinâmica. Assim no mapa de conflitos entre a geodiversidade e uso da terra, os locais onde as coberturas se manifestam dentro dos limites do parque foram mantidas com a cor branca de fundo. A partir do reconhecimento das paleofeições e feições fluviais (através do mapa geomorfológico) e das informações de uso da terra (levantadas a partir do mapeamento de coberturas e usos) foi possível realizar o cruzamento destas informações espaciais, tendo como produto final o mapa de conflitos ambientais entre a geodiversidade e o uso da terra no Parque Estadual do Camaquã.

Foi realizado também um trabalho de campo no dia 18 de março de 2016 para avaliação dos dados levantados nos mapeamentos realizados, organizando eventuais ajustes, além de permitir

a identificação de feições e processos de difícil visualização durante a interpretação das imagens de satélite, comportando assim a reambulação dos dados. A fim de viabilizar a leitura dos conflitos entre a geodiversidade e ao uso da terra, para o presente estudo optou-se por realizar a análise dos resultados a partir de três setores distintos: setor I, setor II e setor III conforme aponta a figura 01. Porém torna-se importante salientar que a compartimentação da área em setores de análise não pretende ser reducionista no ponto de vista da análise dos dados, mas sim facilitar a compreensão da complexidade do sistema em estudo, evidenciando os segmentos onde os conflitos entre a geodiversidade e uso da terra se dão de forma mais significativa no contexto de uma unidade de conservação.

### **3. Resultados**

#### **3.1. O contexto geomorfológico do Parque Estadual do Camaquã**

Ao longo de sua dinâmica de deposição, erosão e transporte de materiais os rios produzem e desenham seus canais de variadas formas e padrões. Tais padrões de comportamento dos rios dependem dos demais elementos da natureza onde este se encontra, como geologia local, regime de chuvas, volume de sedimentos em suspensão e declividade (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A partir de uma análise geral dos canais de drenagem do sistema baixo Camaquã, que estão contemplados pelos limites do Parque, é possível constatar dois tipos básicos de canais fluviais: canais meandantes (Arroio Barretas) e canais retilíneos (Arroio Charqueada, Arroio da Barra e Rio Camaquã). Em conformidade com Suguio (2003) canais retilíneos são raros na natureza e de forma geral possuem tal configuração espacial em função do desenvolvimento de barras laterais (pequenas ilhotas de sedimentos acumulados). Esta tipologia é mais comum em rios com baixa suspensão e baixa declividade como em canais distributários de deltas (SUGUIO, 2003). Já os canais meandantes podem ser considerados os mais comuns na natureza, em especial nas áreas planas, sendo caracterizados por curvas alternadas e com tendência ao estreitamento, com vales profundos e margens estáveis. Outra característica marcante desse tipo de canal fluvial é que a sua dinâmica dá origem a uma série de outras formas como lagos e depósitos de planície de inundação, onde destacam-se canais abandonados originados em função da migração das curvas meândricas. Além dos canais abandonados, canais meândricos dão origem a depressões e uma grande variedade de formas de lagos e depósitos de planície de inundação (NOVO, 2003; SUGUIO, 2003).

Na área em estudo os canais abandonados não são originados exclusivamente a partir do comportamento dos canais meandantes. Esse tipo de feição é comum também em outros tipos de canais de ambientes deltaicos, em função da dinâmica migratória dos canais distributários dos deltas que isolam e alteram o fluxo de matéria e energia a um outro canal geralmente próximo

ou localizado em declividade mais baixa e consequentemente favorável à migração (TORRES, 2010). O processo de migração dos distributários de um delta é uma ação típica desse tipo de sistema, onde a troca de canais ativos causa processos construtivos e destrutivos intermitentes, com progradação da área ativa do delta e origem de canais abandonados (TORRES, 2010; DOMINGUEZ *et al.*, 1983).

As características fluviais apontadas explicam a quantidade de canais abandonados, sejam em formas de canais mais estreitos ou em antigos meandros, alagados ou não, que foram identificados durante o mapeamento geomorfológico. Os canais abandonados de forma geral se apresentam em constante interação com a rede de drenagem atual devido à sua proximidade com cursos de água atuais, abrigando canais pluviais ou até mesmo fluviais de menor grandeza espacial que em épocas de muita precipitação com o consequente extravasamento fluvial na planície deltaica acabam por contribuir ativamente com o escoamento superficial.

Outra feição do relevo bastante marcante na área de estudo os paleo-cordões arenosos, que se estendem por diversas partes do sistema deltaico, principalmente nas ilhas do delta, formando barreiras para o escoamento pluvial, que se desenvolve também nas partes mais baixas, facilitando o arrasamento desses paleo-cordões pelos processos pluvio-erosivos, sobretudo em partes descobertas de vegetação, auxiliando na morfodinâmica destas feições.

Os paleo-cordões arenosos encontrados no Parque Estadual do Camaquã possuem diferentes sentidos de deposição, pois estes provavelmente estiveram submetidos a morfogêneses e morfodinâmicas marinhas e lagunares, anteriores ao processo de colmatção que os isolaram das formas atuais de acumulação presentes no sistema deltaico Camaquã.

### **3.2. Análise dos Conflitos de uso da terra e geodiversidade no setor I**

O que se observa a partir da análise da figura 02 que abrange os limites definidos para o setor de análise I é que a orizicultura se manifesta sobre superfícies de paleo-cordões arenosos no extremo noroeste da área, bem como na porção nordeste onde, em ambos os casos, destacam-se vários canais com características antropogênicas que se conectam ao rio Camaquã e seus afluentes, a fim de facilitar o bombeamento da água para as canchas de cultivo com o auxílio de motores que promovem o fluxo artificial por canais retinizados (Figura 02b e 02c).

Para o cultivo de arroz irrigado são utilizadas técnicas que promovem o aplainamento da superfície, deixando-a nivelada e descaracterizando a topografia e o micro-relevo. Simon (2007) afirma que o impacto e as alterações da atividade orizícola sobre o escoamento superficial e subsuperficial começam a partir do momento em que se inicia a contenção da água nas canchas de cultivo de arroz e o retardamento de sua chegada ao leito dos arroios (Figuras 02b e 02c). O autor explica ainda que as lavouras de arroz irrigado conduzem a uma homogeneidade,

nivelamento e compactação – evitando perdas de água nas canchas de cultivo – comprovando assim a eficiência de técnicas mecanizadas na consolidação de feições antrópicas que controlam a morfodinâmica. De acordo com Hansen (2007) a ocupação das ilhas do delta do Camaquã teve seu apogeu na década de 1950, com o início das atividades agrícolas voltadas à orizicultura. Porém, em 1975 estabilizou-se a ocupação, com pequenas variações no número de moradores, mas o que deve ficar frisado é que a produção agrícola de arroz na região duplicou sua produtividade entre 1964 à 1992 e que esta atividade é consolidada na região, sendo o município de Camaquã um dos maiores produtores de arroz irrigado do país (HANSEN, 2007).

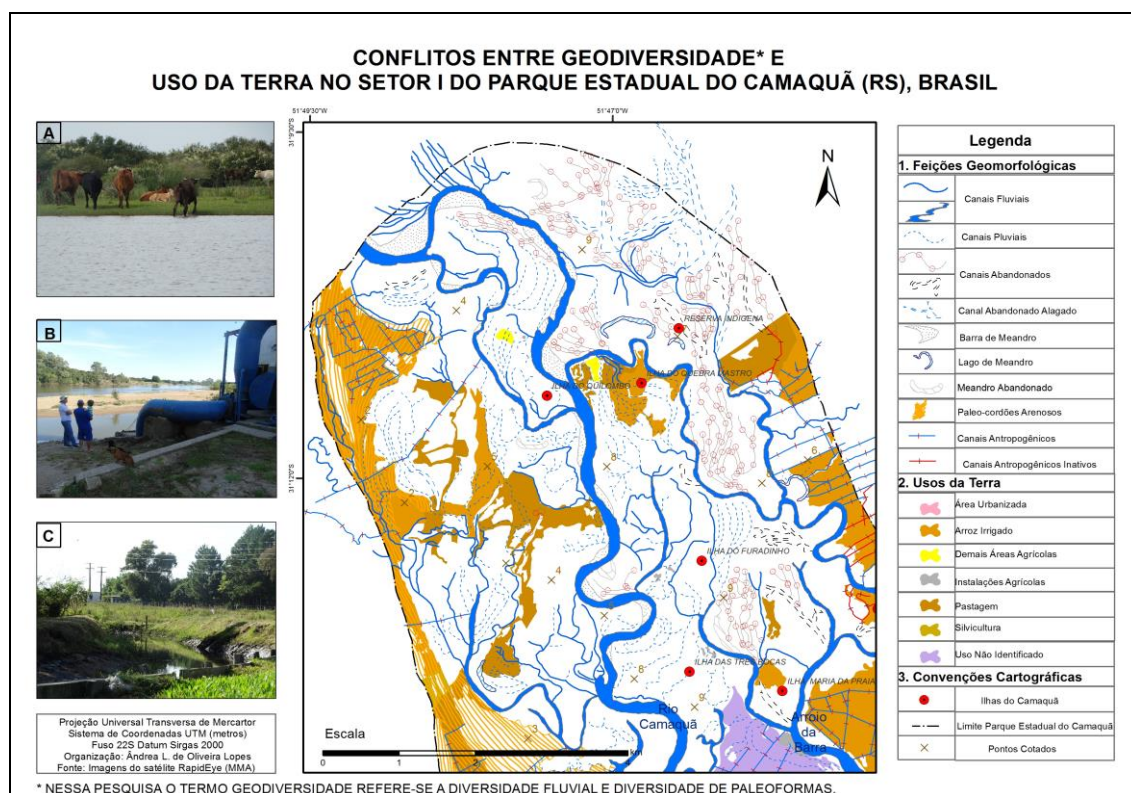


Figura 02 - Mapa de conflitos entre a geodiversidade e o uso da terra no Setor I do Parque Estadual do Camaquã. 2a: Criação de gado dentro das ilhas. 2b: Bomba de captação da água do Rio Camaquã para o abastecimento das canchas de arroz irrigado. 2c: Canal artificial para abastecimento agrícola de rizicultura.

No setor I do parque também foram verificadas atividades de uso da terra voltadas para a pecuária (Figura 02a). O gado acaba por criar caminhos preferenciais, dinamizando assim processos erosivos e descaracterizando superfícies pelo pisoteamento. Outra questão que envolve a Pastagem refere-se a retirada da cobertura vegetal de áreas para que o gado possa circular, deixando superfícies descobertas como ocorrem nas áreas de paleo-cordões arenosos que já apresentavam a evolução de coberturas vegetais pioneiras (Figuras 02 e 02a).



Há uma grande área com acentuada diversidade de canais abandonados e em atividade nas porções nordeste e centro do setor I (Figura 02), bem como lagos de meandros e outras feições bem pronunciadas que de forma geral se apresentam sem conflitos diretos com os usos da terra. Nestas áreas do setor I existe uma área de Reserva Indígena, o que contribuiu para a preservação destes locais, pois as atividades agrícolas não puderam se expandir nestas superfícies, o que culminou na preservação destes elementos da geodiversidade (Figura 02).

### 3.3. Análise dos Conflitos de uso da terra e geodiversidade no setor II

O Setor II (figura 03) é o que se encontra com maior área conflitada, pois as atividades da orizicultura tem destaque na ocupação de superfícies de paleo-cordões arenosos. Além disso, a rede de drenagem local se apresenta de forma completamente descaracterizada, com ênfase para os canais com características antropogênicas ativos e inativos.

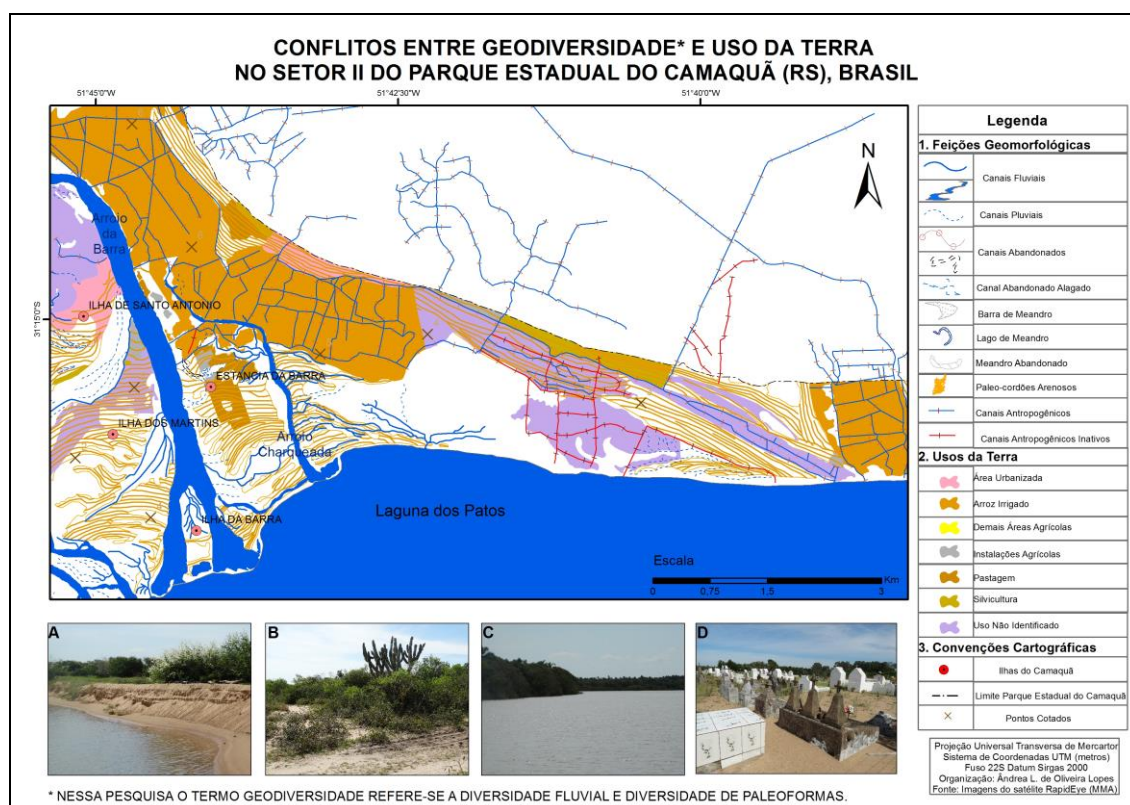


Figura 03 - Mapa de conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra no no Setor II do Parque Estadual do Camaquã. 3a e 3b: Vegetação típica dos Paleo-cordões arenosos. 3c: Rio Camaquã em primeiro plano e ilha dos Martins ao fundo. 3d: Ocupação de Paleo-cordões arenosos na ilha de Santo Antônio.

As lavouras de arroz irrigado foram as maiores causadoras de alterações na configuração espacial dos canais fluviais que foram controlados a partir de técnicas de retificação e transposição a fim de abastecer as canchas de cultivo de arroz irrigado em períodos de plantio e drenar estes espaços agrícolas em épocas de maturação e colheita, criando morfologias



específicas de canais fluviais caracterizados como canais antropogênicos (Figura 02 e 03). Esse tipo de canal não respeita nenhuma lógica da configuração do relevo local. A rede caracterizada por este tipo de canal não possui nascentes ou foz e inexistem direções predominantes ou ângulos de conexão das bifurcações de canal (Figura 03).

As áreas denominadas como uso não identificado (Figura 03) são aquelas onde existe muita informação de difícil análise na escala de interpretação dos produtos de sensores remotos utilizados e, portanto, de difícil definição quanto ao que está acontecendo. Os usos não identificados podem estar atrelados à uma mudança de ciclo agrícola, a um período de entre-safra, a uma transição entre usos (rurais e urbanos ou rurais) que levam determinado fragmento a estar bastante recortado e sem definição do que está acontecendo no momento da tomada da imagem (IBGE, 2013). Em campo, verificou-se que estes usos não identificados possuem significativa importância diante das alterações que ocorrem em determinada área, como é o caso do Parque Estadual do Camaquã, onde alterações na rede de drenagem que foram identificadas nas áreas abrangidas por esta classe evidenciam a evolução de um uso agressivo em instalação (orizicultura) promovendo alterações nos elementos geomorfológicos para poder se manifestar enquanto fenômeno de uso da terra.

### **3.4. Análise dos Conflitos de uso da terra e geodiversidade no setor III**

No Setor III (Figura 04) têm-se o destaque para os paleo-cordões arenosos que se fazem presentes na ilha de Santo Antonio, ilha dos Martins e ilha do Vianês. Nesse setor da área de estudo assim como nos demais setores analisados a prática do cultivo de arroz irrigado se faz presente em conflito com paleo-cordões arenosos que se encontram na porção oeste deste setor, muito próximos ao limite do Parque Estadual Camaquã com sua zona de amortecimento.

Apesar da intensa dinâmica fluvial no Delta do Camaquã estes paleo-cordões encontram-se relativamente preservados da ação fluvial como também dos mecanismos de controle derivados dos usos da terra.

O uso que se destacou neste setor foi a urbanização, em especial na ilha de Santo Antônio. De acordo com o Manual Técnico de uso da terra do IBGE (2013) a urbanização se enquadra na categoria Áreas Antrópicas Não Agrícolas, porém pode abarcar pequenos aglomerados como vilas e povoados. Cabe ressaltar que na área de estudo apesar de não ser considerada como área agrícola, a vila de Santo Antônio preserva muito das características de ambientes rurais, sendo um pequeno aglomerado de produtores rurais e pescadores que abrange também o patrimônio histórico atrelado ao processo histórico de ocupação. No caso da área de estudo essas áreas urbanizadas se organizaram assentadas sobre paleo-cordões arenosos, apesar da instabilidade e fragilidade destas paleo-feições.

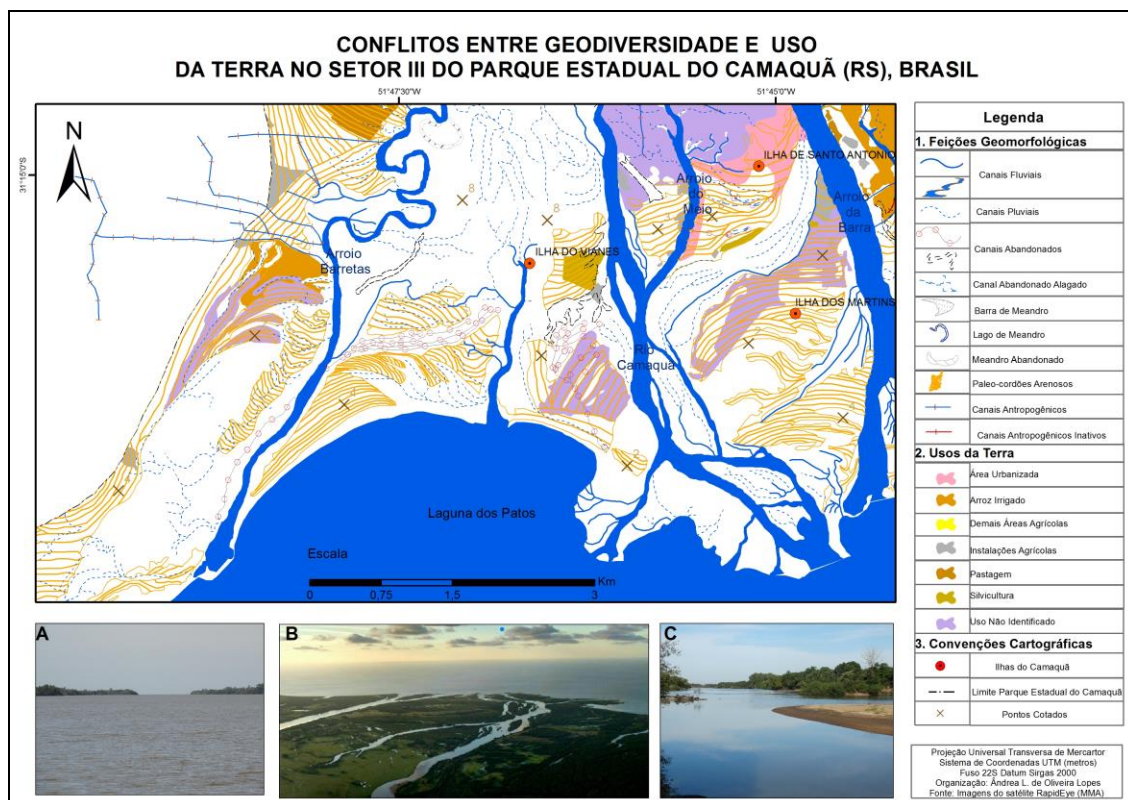


Figura 04 - Mapa de Conflitos entre a geodiversidade e o uso da terra no Setor III do Parque Estadual do Camaquã. 4a: Distributário do rio Camaquã adentrando na Laguna dos Patos. 4b: Vista aérea das ilhas de Santo Antonio e Vianes. 4c: ilha de sedimentação fluvial no rio Camaquã.

#### 4. Considerações finais

Os resultados obtidos a partir da análise dos setores do mapa de conflitos entre geodiversidade e uso da terra reforçam e explicam a importância dos elementos geomorfológicos atrelados à geodiversidade encontrada no Parque Estadual do Camaquã. Todos esses aspectos ambientais conjuntos formam uma paisagem única assinalada por um importante delta intralagunar, coberto por vegetação exuberante e uma paisagem de grande valor cênico – fatores que reforçam a necessidade de proteção.

O que se faz compreender a partir da análise do mapa de conflitos ambientais entre a geodiversidade e o uso da terra é a intensa apropriação que este ambiente vem sofrendo apesar de ser legalmente protegido. Fica evidente a necessidade de criação do plano de manejo da área com seu zoneamento, onde possam ser estabelecidas as orientações gerais para a recuperação das áreas mais afetadas como é o caso do Setor II, bem como estratégias de proteção das áreas que ainda mantém sua diversidade minamente preservadas, evitando o avanço das pressões atreladas aos usos da terra e que podem ampliar os conflitos com as feições do relevo que ainda se encontram bem preservadas.

Nesse sentido, o presente trabalho vem a contribuir com a criação do Plano de Manejo do Parque Estadual do Camaquã pois apontou as áreas mais afetadas pela ocupação humana bem

como as áreas com maior geodiversidade atrelada à dinâmica fluvial e às paleoformas, visando estratégias de planejamento territorial que considerem as áreas ricas no que se refere a geodiversidade e áreas que necessitam de intervenção que vise a recuperação das porções mais impactadas pelas atividades antropogênicas.

## 5. Bibliografia

BRASIL, Lei nº 9.985 de 14 de julho de 2000

BRASIL, Decreto Estadual nº 23.798 de 12 de março de 1975

CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

CUNHA, C. M. L. da. *A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental*. Rio Claro, 2001. 128 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

DOMINGUEZ et al. 1983. *Papel da deriva litorânea na construção dos deltas brasileiros*. Revista Brasileira de Geociências

IBGE (2013b) – *Manual Técnico de Uso da Terra*. 171p. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 978-85-240-4307-9. Disponível [on-line em ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/manuais\\_tecnicos/manual\\_uso\\_da\\_terra.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf)

GUERRA, A. J. T. *Dicionário geológico - geomorfológico*. 2. ed. rev. e aum. Rio de Janeiro: IBGE / Conselho Nacional de Geografia, 1966. XVI, 411 p.

HANSEN, Marco Antonio Fontoura. *Unidades de Conservação Ambiental: Delta do Camaquã e Matas e Banhados da Pacheca, RS (estudo de caso)*. Ed. Unisinos: 2007. 256p.

MORAES, J.M. *Geodiversidade do estado do Mato Grosso*. MORAES, J. M. (org). Goiânia: CPRM, 2010.

PASCHOAL, Leticia Giuliana; CONCEIÇÃO, Fabiano Tomazine; CUNHA, Cenira M. Lupinacci. *Alterações hidrogeomorfológicas devido à dinâmica de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes (SP)*. Revista Brasileira de Geociências, volume 42 (Supl 1), p.70-83. dez./ 2012

PEREIRA, Erick. *Modelagem da geodiversidade na área de proteção ambiental sul da região metropolitana de Belo Horizonte – MG*. Revista Geonomos, volume 21 (2), p.97- 101, 2013.

SILVA, J. P. *Avaliação da diversidade de padrões de canais fluviais e da geodiversidade amazônica: aplicação e discussão na bacia hidrográfica do rio Xingú*. São Paulo: 2012. 277p. Tese (Doutorado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

SIMON, A. L. H. *A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfologia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)*. 200,185 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), IGCE/UNESP, Rio Claro, 2007.

SUERTEGARAY, Dirce M. Antunes. NUNES, João Osvaldo R. *A natureza da Geografia Física na Geografia*. Revista Terra Livre: São Paulo, nº 17, p. 11-24, 2001.

SHARPLES, C. (1995). *A Methodology for Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes*. Technical Report. Forestry Commission Tasmania, Hobart, Tasmania.

SUGUIO, K. *Geologia Sedimentar*. São Paulo: editora Edgar Blücher Ltda, 2003. 400p.

TORRES, André. *A formação de um delta em 700 anos*. Centro de Estudos Geográficos, Instituto de Geografia e Ordenamento do território, Universidade de Lisboa. 2010.

TRICART, J. *Principles y Méthodes de la Geomorphologie*. Paris: Maisson, 1965. 496 p.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. van. *ITC System of geomorphological survey*. Manual ITC Textbook, Netherlands: Enschede, 1975, v. 1, cap. 8.

## PAISAJES Y MODALIDADES TURÍSTICAS EN EL SUR DE LA PATAGONIA CONTINENTAL ARGENTINA

E. Mazzoni <sup>(a)</sup>, S. Ferrari <sup>(b)</sup>, V. Navarro <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Unidad Académica Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina

elimazzoni@yahoo.com.ar

<sup>(b)</sup> albrieu.ferrari@gmail.com

<sup>(c)</sup> vivimarieln@yahoo.com.ar

### Resumen

Este documento presenta las Unidades de Paisaje del sur de la Patagonia continental argentina (Santa Cruz), sus aptitudes para el desarrollo del turismo y las distintas modalidades/tipologías que se están realizando o con potencialidad en la región. El área cubre 17.000 km<sup>2</sup> y está recorrida por la Ruta Nacional N° 40, una de las más significativas del extremo austral de Sudamérica. Se identificaron ocho unidades de paisaje, siendo el paisaje glacial el que ocupa casi 50% de la superficie, seguido por el paisaje de meseta (23%) y el fluvial (12 %). Las áreas urbanas están representadas por tres localidades y sólo ocupan 0,2%. Cada unidad de paisaje posibilita la práctica de formas específicas del turismo, basadas en las causas que lo motivan o el modo en que se llevan a cabo. En función de ello, se reconocieron cuatro modalidades: turismo convencional, alternativo, especializado y de afinidad, que incluyen diversas tipologías.

**Palavras chave:** Unidades de Paisaje, modalidades turísticas, Patagonia Argentina

### 1. Introducción

El turismo constituye uno de los fenómenos económicos y sociales más importantes de las últimas décadas. La demanda por sitios de patrimonio natural y cultural prístinos registra un crecimiento exponencial tanto en Argentina como en el resto del mundo y existe un número cada vez mayor de turistas que busca contacto con los espacios naturales y las culturas autóctonas. Estas nuevas formas de turismo ofrecen oportunidades que la Patagonia austral puede aprovechar en virtud de su diversidad de recursos y atractivos.

El área de trabajo está recorrida por la Ruta Nacional N° 40 (RN40) que atraviesa el país a lo largo del eje Norte – Sur. Fija su kilómetro cero en Cabo Vírgenes, Provincia de Santa Cruz (52° 20' S - 68° 21' O), y en sus primeros 400 km, conecta la costa atlántica con la Cordillera de los Andes en el extremo austral de continente (Fig. 1). Luego su traza continua por el borde occidental del país hasta finalizar en el kilómetro 5.344 en La Quiaca, en la provincia de Jujuy (22° 07' S - 65° 32' O), constituyéndose así en la más larga y espectacular de Argentina, en tanto conecta once provincias y diversas regiones geográficas, paisajes y culturas.

El tramo austral se incorporó recientemente y se encuentra en proceso de pavimentación. En consecuencia, el objetivo del presente trabajo es analizar las potencialidades turísticas que posee el área, que se ubica en un punto distal de la Patagonia y alejada de los grandes centros urbanos nacionales. Sus particularidades geográficas posibilitan diferenciar varias unidades de paisaje, que alejan a esta porción del continente de la imagen de homogeneidad que posee esta extensa región del Cono Sur.

El área tiene una superficie de 17.000 km<sup>2</sup> y se encuentra comprendida entre la costa atlántica al E hasta el límite con la República de Chile al S y al O, entre las coordenadas 51°30' - 52° 20' S y 68° 21' - 72° 26' O. Se localiza mayoritariamente en la cuenca hídrica del río Gallegos y se encuentra escasamente habitada, con desarrollo de actividades de tipo extensivo, por lo que las modificaciones antrópicas al paisaje natural son de escasa magnitud. Los rasgos del paisaje son principalmente, una consecuencia de la historia geológica y ambiental de la región, particularmente desde el Terciario medio hasta la actualidad.

Metodológicamente, se consideró que, más allá de realizar un inventario puntual de los recursos turísticos de la zona a lo largo de la nueva traza de la RN40, el paisaje en sí ofrece oportunidades para el turismo, incluyendo también la modalidad científica o de investigación, en tanto que, por su ubicación geográfica y los procesos geológicos y ambientales que la han afectado, el modelado del paisaje y su biota muestran muchos rasgos únicos o singulares, testimonio de dichos procesos pasados o actuales. Es así que la identificación e inventario de los recursos y las modalidades turísticas parten de la concepción de paisaje y se organizan a partir de las diferentes unidades reconocidas.

## **2. Metodología**

Las unidades de paisaje fueron cartografiadas a partir de interpretación visual de mosaicos satelitales elaborados con las imágenes Landsat 7 pertenecientes a los path y row 228-229 y 230/096 y el modelo digital de elevación (DEM) obtenido del Shuttle Radar Topography Mission (NASA-USGS). De este modo, se obtuvo una representación multiespectral y en tres dimensiones del área de estudio, ampliándose la posibilidad de visualizar claramente las diferentes texturas y elementos del paisaje. La consulta a diversas fuentes documentales, incluyendo las imágenes de alta resolución espacial del programa Google Earth, el conocimiento previo del terreno y los relevamientos de campo contribuyeron, asimismo, a la delimitación de los paisajes, los que se organizaron en dos escalones jerárquicos: Tipos de Paisaje (TP) y Unidades de Paisaje (UP), detalladas en la Tabla 2. En el terreno, recorriendo la traza de la RN40 y vías de circulación secundarias próximas, se relevaron los sitios que desde distintos puntos de vista podían resultar atractivos o relevantes para el desarrollo de actividades turísticas. Para cada uno se elaboró una ficha en la que se consignaron sus características, incluyendo aspectos vinculados con la

accesibilidad y el estado de conservación. Asimismo, se consignó para qué modalidad y tipología turística es apropiado cada sitio/recursos, de acuerdo con la clasificación presentada en la Tabla 1.

La modalidad turística es la variante que define una forma específica de turismo con relación a otra. Está referida al aspecto singular o modo que motiva la práctica del turismo. Para este trabajo, se diferenciaron cuatro modalidades: *convencional*, *alternativo*, *especializado* y *de afinidad o intereses especiales*. Cada una engloba un amplio grupo de actividades. El primero obedece a motivaciones vinculadas con el placer, el descanso o la recreación. Suele ser masivo, de consumo y tiene alto impacto sobre los ecosistemas y la cultura anfitriona. El turismo alternativo reconoce explícitamente las necesidades de protección del medio ambiente. No compromete la conservación de los recursos naturales y culturales. La experiencia del visitante en contacto con la naturaleza debe ser auténtica y de calidad, lo cual sólo se logra si se practica en grupos reducidos. El turismo especializado es el que responde a motivaciones ligadas con las expectativas de emoción y aventura o con el interés científico. Muchas veces es necesario tener conocimientos previos y/o experiencia sobre la actividad a realizar. Finalmente, la modalidad de afinidad o de interés común se encuentra ligada a motivaciones de índole profesional, religiosa o filosófica. El turismo vinculado a actividades de negocios y congresos se incluye en esta última categoría.

Tabla 1 - Modalidades y tipologías turísticas propuestas para el área de estudio

Convencional	Alternativo	Especializado	Afinidad o intereses comunes
1) Recreativo 2) Deportivo 3) Cultural (religioso, arquitectónico, histórico)	1) Aventura (montañismo, escalada, rapel, ciclismo) 2) Rural 3) Ecoturismo 4) Geoturismo 5) Cultural (educativo, místico)	1) Deportivo 2) Intereses especiales (pesca deportiva, cinegético, ornitológico, arquitectónico, ferroviario/minero, científico)	1) Congreso/con convenciones 2) Empresarial/ Negocios

Fuente: Elaboración propia basado en Vasconi 1996, Cooper *et al.* 2007, Sancho 1998, FUSDA 2008, Quesada

Castro 2010, Ibañez y Rodríguez Villalobos 2012.

Con el mapa de paisajes y los sitios/actividades de interés turístico relevados y clasificados según las modalidades y tipologías presentadas en la Tabla 1, se jerarquizaron los TP y UP según su importancia para el desarrollo del turismo en la región y se identificaron aquellos sitios con mayores potencialidades, información que servirá de base para planificar el desarrollo de esta actividad en la porción más austral de la Patagonia continental argentina. A continuación se presenta una breve síntesis de los resultados alcanzados.

### 3. Unidades de paisaje y modalidades turísticas

Los paisajes del extremo S de la Patagonia continental argentina responden a la distribución de dos unidades geológicas principales (Ramos, 1999): la Cordillera Patagónica Austral, ubicada en la franja occidental, y la Meseta Patagónica Sur, caracterizada por el predominio de formas tabulares que son consecuencia de los repetidos ciclos epirogénicos experimentados a lo largo de su historia geológica. La cordillera representa sólo una pequeña porción del área de trabajo. El resto está incluida dentro del ambiente de meseta que, con una topografía escalonada descendente hacia el mar, se extienden desde el piedemonte andino hasta la costa atlántica. Este ambiente presenta condiciones de clima frío, árido y ventoso, que sólo permite el desarrollo de un bioma de estepa herbácea dominada por gramíneas cespitosas. En Río Gallegos, la principal localidad de área (Fig. 1), la temperatura media anual es de 6° C y las precipitaciones rondan los 240 mm anuales, siendo de tipo pluvionivales. Hacia el O, dominan las lluvias orográficas provocadas por masas de aire húmedo provenientes del océano Pacífico. Las precipitaciones alcanzan 450 mm en el límite occidental del área de trabajo, permitiendo el crecimiento de vegetación arbórea, dominada por especies de *Nothofagus*. El bosque alterna con pastizal subandino.

Dentro de este esquema general, se diferencian Tipos de Paisaje (Mazzoni 2015, 2016), cuyas características responden a los múltiples eventos glaciales y volcánicos que afectaron el extremo S de la Patagonia continental como así también a la existencia de biomas azonales, que ofrecen interesantes recursos escénicos con potencialidades para el turismo de tipo alternativo, especializado y/o de intereses especiales.

Se reconocieron ocho TP; siete definidos fundamentalmente por sus rasgos naturales, en los que se realiza un uso extensivo del espacio, en tanto que el restante corresponde a las áreas urbanas, donde las transformaciones territoriales alcanzan su máxima expresión (Tabla 2 y Fig. 1).

#### 3.1 Paisaje glacial y glacifluvial

Este paisaje, modelado por los reiterados avances glaciales que se produjeron durante el último millón de años en Patagonia (Caldenius, 1932; Meglioli 1992, Rabassa 2008, Coronato y Rabassa 2011, entre otros) ocupa casi el 50 % de la superficie del área de estudio. El máximo avance glacial pleistoceno, conocido como “Gran Glaciación Patagónica” (GPG, Mercer, 1976), se produjo hace aproximadamente 1.1 MA y alcanzó la actual costa atlántica al S del río Gallegos, extendiéndose asimismo en la presente plataforma continental. Hacia el E del frente cordillerano, el hielo se extendió formando grandes lóbulos de piedemonte de poco espesor (Rabassa, 2008). Con posterioridad a la GPG, se produjeron otros avances glaciales con una distribución espacial más restringida, cuyos depósitos se localizan, sucesivamente, en las partes más occidentales y bajas del paisaje (Rabassa, 2008).



La morfología dominante corresponde a geoformas de acumulación. Alternan sistemas de morenas, formas drumlinoides y planicies glacifluviales (Furque y Caballé, 1987; Mazzoni, 2001; Ercolano *et al* 2004, Coronato *et al* 2013). Asimismo, algunos rasgos se asocian a relieves modelados durante la desintegración del hielo. La topografía es de lomadas de suave pendiente que delimitan depresiones que alojan lagunas temporarias. Hay abundante presencia de bloques erráticos, cuyo ejemplar más significativo se localiza junto a la traza de la RN40 (51°53'10"S - 70°42'00" O). Por sus dimensiones, este bloque que aparece como un rasgo singular, del paisaje fue declarado "Monumento Provincial" en el año 2014, en tanto constituye una clara evidencia de la extensión de la GGP en la región.

Tabla 2 - Paisajes del área de estudio y potencialidades turísticas

TIPO DE PAISAJE	UNIDADES DE PAISAJE	SUPERFICIE		RECURSOS TURÍSTICOS	
		Km <sup>2</sup>	%	Cantidad	Modalidades
PAISAJE GLACIAL	Sistemas de morenas y planicies glacilacustres y glacifluviales Planicies glacifluviales	8063.6	47.4	10	Convencional Alternativo Especializado Afinidad
PAISAJE DE MESETA SEDIMENTARIA	Superficie de la meseta Laderas/pedimentos de flanco Abanicos coluvio-aluviales/bajadas	3953.6	23.3	2	Convencional Alternativo
PAISAJE FLUVIAL Y FLUVIOGLACIAL ENCAUZADO	Planicie aluvial y cauces permanentes Terrazas Sistema de cañadones	2110.9	12.4	5	Convencional Especializado
PAISAJE VOLCÁNICO	Mesetas y planicies basálticas Volcanes Maares	1369.7	8.1	5	Convencional Alternativo Especializado
PAISAJE LITORAL	Estuario de los ríos Gallegos y Chico Cordones y planicies de marea Marismas	639.9	3.8	9	Convencional Alternativo Especializado
PAISAJE CORDILLERANO	Relieve serrano con afloramientos rocosos	258.3	1.5	5	Convencional Alternativo
PAISAJE DE CUENCAS ENDORREICAS	Depresiones con lagunas transitorias Cordones lacustres Lagunas permanentes	556.9	3,3	1	Alternativo Especializado
PAISAJE URBANO	Localidades de Río Gallegos, 28 de Noviembre y Río Turbio	40.9	0.2	9	Convencional Alternativo Especializado Afinidad
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>		<b>16.993,8</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	

Fuente: Modificado de Mazzoni, 2016

En este paisaje se identificaron 10 recursos/atractivos turísticos que representan el 22 % del total. Su máxima potencialidad se relaciona con la modalidad de intereses especiales, particularmente turismo científico, debido a todos los procesos glaciales que afectaron la región. De hecho, en la actualidad se están desarrollando investigaciones que intentan comprender la evolución paleoambiental de la región y el reconocimiento de geoformas subglaciales, motivo de la visita de especialistas.



### 3.2 Paisaje de meseta sedimentaria

Es el paisaje representativo del ambiente extracordillerano de la Patagonia, caracterizado por un relieve llano de amplias dimensiones que posibilita observar sin interrupciones la línea del horizonte. Está formado por una potente secuencia sedimentaria continental de edad terciaria (Formación Santa Cruz, Russo *et al.*, 1980) cubierta por una capa de rodados de no más de 50 cm de espesor. La topografía es horizontal a subhorizontal, con cotas que aumentan progresivamente hacia el O, desde unos 130 m en la costa atlántica hasta 1050 m s.n.m. en la Meseta Latorre, ubicada en proximidad al límite con Chile. Los materiales friables favorecen los procesos erosivos, que se manifiestan en profundos sistemas de cañadones y numerosas depresiones sobre la superficie de la meseta, además de acantilados en la línea de costa. En esta superficie, los procesos eólicos son intensos y se manifiestan en cuencas de deflación y pavimentos, con abundantes clastos facetados (“ventifactos”).

En este TP, que ocupa el 23 % del área de trabajo, sólo se han identificado dos sitios de interés turístico: el sendero de la Virgen de Güer Aike, y la Reserva Provincial Punta Gruesa. Cada una de ellos posee un entorno diferente y ofrece actividades contrastantes: el primero, ubicado en la meseta árida en proximidad de la ciudad de Río Gallegos, se vincula con el turismo convencional religioso. Hacia allí se dirigen las peregrinaciones en el día de la Virgen, aunque también constituye un interesante punto panorámico desde el cual se obtiene una visión completa del estuario, el paisaje urbano y las manifestaciones volcánicas y fluviales del área. La reserva de Punta Gruesa se localiza en las estribaciones orientales del ambiente cordillerano, con un entorno de bosque. Posee interés desde el punto de vista ecológico y educativo, además de ser un sitio de observación de avifauna, particularmente Cóndor Andino (*Vultur gryphus*).

### 3.3. Paisaje fluvial y fluvioglacial encauzado

Este TP está conformado por el río Gallegos y sus tributarios, los que poseen diversas características según su ubicación. Algunos discurren con diseño meandroso, a veces errante, por una morfología glacial de escaso desnivel en tanto otros han excavado valles en los que se aprecian niveles aterrazados, modelados durante la deglaciación de los eventos fríos pleistocenos. Las planicies aluviales alojan ecosistemas de “mallines”, pastizales húmedos que destacan por su importancia escénica y como fuente de provisión de agua y alimento para la fauna silvestre y el ganado (Mazzoni y Vázquez, 2004). Los pisos de los valles son, además, lugar de asentamiento de los pobladores rurales.

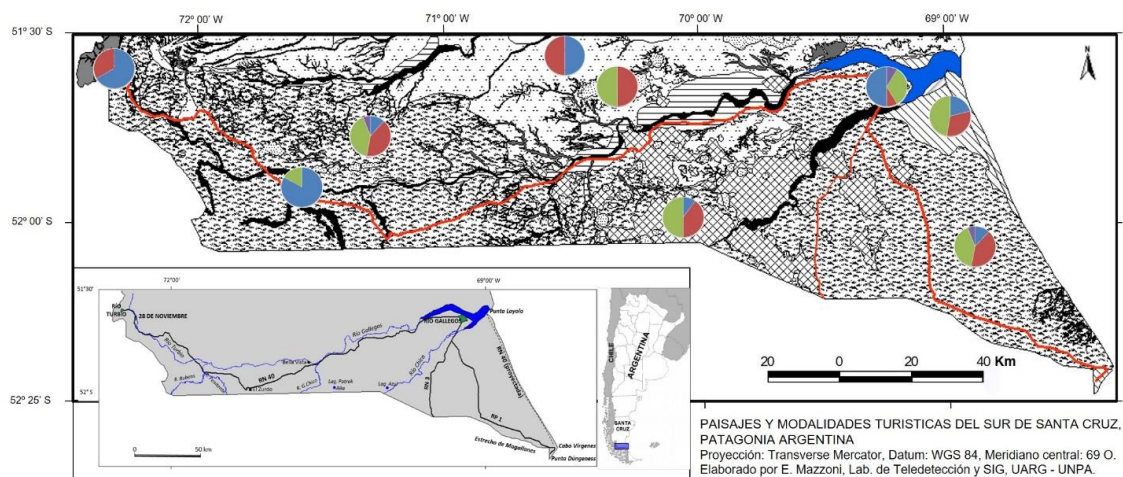
En estos ríos, la principal actividad turística es la pesca deportiva, que posee jerarquía internacional con la captura de la trucha migratoria anádroma (*Salmo trutta trutta*). Además, la ribera, particularmente de aquellos ríos cercanos a las localidades, se utiliza con fines recreativos.

Los mallines poseen numerosas potencialidades desde el punto de vista escénico, en tanto destacan por sus tonalidades verdes y la abundante fauna que los habita. En este paisaje se ha identificado el 11 % de los sitios de interés turístico, habiendo muchos otros con potencialidades pero con ingreso restringido, debido a que los campos son privados y los propietarios no permiten el acceso libre a las riberas.

### **3.4. Paisaje volcánico**

Se ubica al sur del río Gallegos distribuyéndose de manera discontinua en una superficie cercana a los 1.400 km<sup>2</sup>. Se trata de un paisaje singular, conocido como Campo Volcánico Pali Aike (CVPA), producto de un volcanismo fisural de retroarco, cuyas lavas fueron emitidas desde el Plioceno tardío hasta el Holoceno (Panza y Franchi 2002). Morfológicamente, está integrado por planicies y mesetas basálticas, conos de escoria y ceniza y numerosos maares, además de relieves complejos (Corbella, 2002). El relieve relativo varía entre 20 a 100 m y las cotas máximas rondan los 160 m.

Contiene uno de los atractivos turísticos más destacados del área, la “Laguna Azul” que ocupa tres cráteres anidados. Además, la morfología volcánica, en su conjunto, resulta de interés para el geoturismo, turismo de aventura, ecoturismo y de intereses especiales (científico). Se trata del vulcanismo más joven de la Patagonia extracordillerana, está ubicado a poca distancia de la localidad de Río Gallegos y es fácilmente accesible. Adicionalmente, en cuevas y aleros ubicados en las márgenes de las mesetas basálticas existen manifestaciones de arte rupestre. Hacia el O, inmersos en el paisaje glacial, destaca una serie de necks (Morros Phillipi y Domeyco), con potencialidad para modalidades de turismo alternativo y especializado. En su conjunto, en este TP se identificaron 5 sitios de interés de fácil accesibilidad desde la RN 40, aunque hacia el interior, existen otras manifestaciones con potencialidad para desarrollar modalidades turísticas no convencionales.



### REFERENCIAS



Figura 1. Tipos de paisaje y modalidades turísticas del S de la Patagonia continental argentina. Los gráficos circulares representan, en porcentaje, las distintas modalidades turísticas posibles en cada TP, de acuerdo a la cantidad de los recursos turísticos identificados.

### 3.5. Paisaje litoral

Está integrado por el estuario en el que desembocan los ríos Gallegos y Chico y el litoral atlántico, que se prolonga hacia el sur hasta el estrecho de Magallanes, en cuya desembocadura se localizan dos accidentes geográficos particulares: Cabo Vírgenes y Punta Dúgness.

Este TP destaca por la cantidad de recursos/atractivos identificados (casi el 20 % del total en una superficie inferior al 4 %) y la variedad de modalidades y tipologías, con importancia desde los puntos de vista geográfico, histórico y biológico, como así también asociado a su evolución geomorfológica y paleambiental (Mazzoni 2015, 2016). Posee cuatro áreas protegidas de jerarquía regional hasta internacional (Sitio AICA y Sitio de Importancia Internacional de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras Migratorias), incluyendo a la segunda pingüinera más grande de Argentina, que recibe estacionalmente miles de Pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*). Destacan también los ambientes de marisma ubicados en el estuario, adonde llegan numerosas especies de aves playeras migratorias (Ferrari *et al* 2002).

### 3.6. Paisaje de cuencas endorreicas

Está formado por depresiones de variada morfología y origen que genéricamente reciben el nombre de “bajos sin salida” (Methol 1967) y cuya génesis se atribuye a procesos múltiples, entre los que la deflación resulta significativa. En el área de estudio aparecen formando parte del paisaje glacial, el volcánico y la meseta sedimentaria, pero por sus dimensiones e importancia como humedales, se las ha distinguido como un tipo particular de paisaje. En su mayoría albergan lagunas, cuyo régimen varía de O a E según el gradiente de precipitaciones. Poseen interés para el desarrollo del ecoturismo, principalmente avistaje de aves.

### 3.7. Paisaje cordillerano

Ocupa el borde occidental del área de estudio, con un relieve serrano conformado por una estructura homoclinal afectada localmente por fallas y pliegues secundarios (Pereyra et al 2010). La geología está integrada por estratos continentales y marinos cretácicos y del Terciario inferior, portadores de mantos de carbón (Malumián y Panza, 2000), cuya explotación constituye la principal actividad económica de este TP. La topografía no supera los 800 m s.n.m., con pendientes pronunciadas afectadas por procesos de remoción en masa. El sistema de plegamientos fue cortado por la acción glacial y fluvial, dejando expuestos los diferentes rasgos estructurales, que se observan a simple vista donde la cobertura vegetal es escasa. La vegetación combina bosque de *Nothofagus*, que se conserva en las laderas, con pastizal subandino.

Desde el punto de vista turístico, este paisaje, que representa el 1,5 % del total, posee 5 recursos/atractivos (11 %), todos en proximidad de la localidad de Río Turbio. Algunos vinculados con la explotación carbonífera y otros con la práctica de actividades invernales, ya que la zona recibe precipitaciones nívicas. Si bien el ambiente cordillerano presenta atributos de gran atractivo escénico, la actividad minera ha degradado parcialmente el ecosistema y la calidad ambiental, particularmente con la extracción de leña y los depósitos del estéril del carbón (Mazzoni 2000).

Por su ubicación geográfica, este TP se integra con el Parque Nacional los Glaciares, al N del área de trabajo (Argentina) y con el Parque Nacional Torres del Paine (Chile) al O, ambos con recursos paisajísticos excepcionales y visita de turistas nacionales y extranjeros, lo cual posibilitaría organizar circuitos integrados.

### 3.8. Paisaje urbano

Este TP incluye los tres centros urbanos que se localizan a lo largo del eje E – O: Río Gallegos (51° 37' S - 69° 13' O), capital provincial y principal centro de servicios, 28 de Noviembre (51°35' S - 72° 12' O) y Río Turbio (51°32' S - 72° 20' O). Cada localidad se ubica en entornos

geográficos diferentes y posee una morfología urbana particular asociada al sitio de asentamiento y desarrollo histórico. En la primera destaca su casco urbano, con una pintoresca arquitectura tradicional del 1900, hecha con madera y chapa y pintada de vivos colores. Su ubicación, en la margen S del estuario, permite observar rasgos del paisaje litoral, volcánico y de meseta. Posee museos temáticos y un centro de interpretación ambiental, desde el cual se aprecia el área protegida de marismas y las numerosas aves que la habitan.

28 de Noviembre fue fundada como un centro político-administrativo en el año 1957. Está inmersa en el paisaje glacial subhúmedo, en el valle del río Turbio, rodeada de pequeñas unidades de producción agrícola-ganaderas. En su entorno existe una reserva forestal, lugares de camping y de avistaje de cóndor.

Río Turbio se emplaza en el paisaje cordillerano, con una estructura urbana irregular, que fue ampliándose conforme se desarrollaba la actividad minera mencionada en el ítem anterior. Conserva algunas construcciones distintivas, de tipo “quancept” e instalaciones mineras originarias, hoy convertidas en museo, así como un tren de trocha angosta que transporta el carbón hasta el puerto ubicado en la desembocadura del estuario.

Este TP, en su conjunto, posee un 20 % de los recursos/atractivos turísticos del área, ofreciendo también servicios para la realización de congresos o convenciones y/o turismo empresarial o de negocios.

#### **4. Consideraciones finales**

La franja austral de la Patagonia continental, atravesada por la RN40, posee rasgos particulares que la diferencian del resto del espacio regional, tanto en su ambiente cordillerano como extracordillerano. Estas particularidades son una consecuencia de su posición geográfica, de los procesos geológicos que la afectaron y de su desarrollo histórico, iniciado en el año 1520 con el descubrimiento del Estrecho de Magallanes. Previo a ello, el paso de las poblaciones originarias dejó testimonios puntuales, plasmados en pinturas rupestres, grabados o artefactos líticos, con modos de ocupación discontinuos del espacio.

La heterogeneidad espacial se expresa en diferentes TP y UP que ofrecen posibilidades para diversas modalidades turísticas, en especial de tipo alternativo, como el geoturismo, el ecoturismo y de aventura. Por las particularidades geográficas, derivadas de su evolución paleoambiental, el área posee, asimismo, interés científico. El paisaje urbano y el paisaje glacial brindan alternativas para desarrollar las cuatro modalidades turísticas, en tanto que en los paisajes volcánico y costero, pueden llevarse a cabo tres de éstas. En los restantes TP, al menos dos modalidades son posibles.

Entre los sitios singulares identificados destacan: 1) Cabo Vírgenes - Punta Dúngen y el Estuario de los ríos Gallegos y Chico en el paisaje litoral, aptos para la observación de aves

migratorias y atractivos asociados a su posición geográfica, su evolución geomorfológica y proceso histórico; 2) Laguna Azul y los Morros Phillipi y Domeyco en el paisaje volcánico; 3) el relieve asociado a las glaciaciones pedemontanas, de interés científico, con abundancia de humedales y establecimientos ganaderos que posibilitan prácticas de ecoturismo, turismo rural y especializado. Asimismo, el paisaje de meseta sedimentaria destaca por su amplitud y homogeneidad, donde la cobertura de las matas de coirón fueguino (*Festuca gracillima*), otorga una tonalidad ocre a este paisaje. La baja densidad de población y los amplios espacios naturales en los que no se perciben rasgos manifiestos de actividad humana, constituyen sin duda otro importante aspecto de los paisajes patagónicos, que incluye la presencia de fauna autóctona, como guanacos (*Lama guanicoe*) y choiques (*Rhea pennata*).

## 5. Bibliografía

- Caldenius, C. (1932). *Las Glaciaciones Cuaternarias en Patagonia y Tierra del Fuego*. Dirección General de Minas y Geología, Buenos Aires.
- Cooper, C.; Fletcher, J.; Fyall, A. Gilbert, D. y S. Wanhill (2007). *El turismo. Teoría y práctica*. Editorial Síntesis. España.
- Coronato, A. y Rabassa, J. (2011). Pleistocene Glaciations in Southern Patagonia and Tierra del Fuego. En J. Ehlers, P.L. Gibbard and P.D. Hughes (eds): *Quaternary glaciations, extend and chronology*. Developments in Quaternary Science, Vol. 15, Amsterdam, pp. 715-727.
- Coronato, A., Ercolano, B., Corbella, H. and Tiberi, P. (2013). Glacial, fluvial and volcanic landscape evolution in the Laguna Potrok Aike maar area, Southern Patagonia, Argentina. *Quaternary Science Reviews* 71 (2013) 13-26
- Ercolano, B.; Mazzoni, E.; Vazquez, M y J. Rabassa. (2004). Drumlins y formas drumlinoides del Pleistoceno Inferior en Patagonia Austral Provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 59 (4): 771-777.
- Furque, G y Caballé, M. (1987). *Estudio geológico y geomorfológico de la cuenca superior del Río Turbio, Provincia de Santa Cruz*. CFI/Universidad Nacional de La Plata. 72 p. Inédito.
- Ibañez, R. y Rodríguez Villalobos, I. (2012). Tipologías y antecedentes de la actividad turística: turismo tradicional y turismo alternativo. En: A. Rivarola y R. Ibañez (Comp.) *Medio Ambiente y Política turística*, Tomo I: Ecología, biodiversidad y desarrollo turístico, Instituto Nacional de Ecología, México. Pp. 17-33.
- Ferrari, S., Albrieu C. y Gandini, P. (2002). Importance of the Río Gallegos estuary, Santa Cruz, Argentina, for migratory shorebirds. *Water Study Group Bull*, 99:35-40
- FUSDA, Fundación por la Socialdemocracia de Las Américas (2008). Turismo Sustentable. *El turismo*. Revista N° 14. Octubre-Diciembre 2008. Disponible en <http://www.fusda.org/no14.htm>
- Malumián, N. y Panza, J. (2000). *Yacimiento Río Turbio. Hoja Geológica 5172-III*. 1:250.000. SEGEMAR. Boletín 247, 125 p., Buenos Aires.
- Mazzoni, E. (2000). Problemática ambiental derivada de la actividad carbonífera en Río Turbio, provincia de Santa Cruz. En: García, A. y E. Mazzoni (comp.). *El Gran Libro de la Provincia de Santa Cruz*, Tomo I: 1240 - 1244. Alfa Centro Literario y Millenium. Madrid.
- Mazzoni, E. (2001). Distribución espacial y caracterización geomorfológica de “bajos sin salida” de la Patagonia Austral Extracordillerana. *Anales Instituto de la Patagonia* (29):5-24 Serie Ciencias. Naturales Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.
- Mazzoni, E. y Vazquez, M. (2004). *Ecosistemas de mallines y paisajes de la Patagonia Austral (Provincia de Santa Cruz)*. INTA – GTZ. Buenos Aires. 63 pp.

- Mazzoni, E. (2015). Cartografía de paisajes: una herramienta para el inventario y la jerarquización de los recursos turísticos en el extremo austral de la Patagonia. *Boletín Geográfico* (37):95 – 113. Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. <http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/geografia/article/view/1081>
- Mazzoni, E. (2016). Landscapes of southern Patagonia, Argentina, their scenic characteristic and their importance for geotourism. En: Rabassa, J. (ed.), *Selected papers from the 6th. Argentine Congress in Geomorphology and Quaternary Studies*. Springer Series on Earth System Sciences, Springer Verlag, in press.
- Meglioli, A. (1992). *Glacial geology of southernmost Patagonia, the Strait of Magellan and Northern Tierra del Fuego*. Ph.D dissertation, Lehigh University, Bethlehem, MA.
- Methol, E. (1967). Consideraciones acerca de los “pequeños bajos sin salida”. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* (22): 295-311.
- Panza, J. L. y M. R. Franchi (2002). Magmatismo basáltico Cenozoico extrandino. En: Haller, M. (ed.) *Geología y recursos naturales de Santa Cruz*, pp. 201-236. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires.
- Quesada Castro, R. (2010). *Elementos de turismo. Teoría, clasificación y actividad*. San José, Costa Rica. EUNED. Disponible en <http://books.google.com.ar/>
- Rabassa, J. (2008). Late Cenozoic Glaciations in Patagonia and Tierra del Fuego. En: Rabassa, J. (ed.) *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*: 151-204. Developments in Quaternary Sciences. Elsevier.
- Ramos, V. (1999). Las provincias geológicas del territorio argentino. *Geología Argentina, Anales* 29 (3):41-96. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires.
- Russo, A., Flores, M.A. y Di Benedetto. H. (1980). Patagonia Austral Extrandina. En: Haller, M. (Ed.). *Geología Regional Argentina II*:1431-1462. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Vasconi, M. 1996. *Geografía del turismo y planificación espacial en Argentina*. Cuaderno N° 2. Centro de Investigación y Capacitación Empresaria. Buenos Aires.

## 6. Agradecimientos

Trabajo realizado como parte del Proyecto de Investigación 29/A332, financiado parcialmente por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina.

## PAISAGENS E TURISMO DE NATUREZA: POTENCIALIDADES NA SERRA DE MARACAJU-MS/BRASIL

B. Lima<sup>(a)</sup>, C. Silva<sup>(b)</sup> P. Martins<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Laboratório de Geografia Física/FCH, Universidade Federal da Grande Dourados  
Bruno\_mxsl@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Laboratório de Geografia Física/FCH, Universidade Federal da Grande Dourados  
charleisilva@ufgd.edu.br

<sup>(c)</sup> Laboratório de Geografia Física/FCH, Universidade Federal da Grande Dourados  
martinspatriciacristina@gmail.com

### Resumo

A Serra de Maracaju, localizada no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, corta de norte ao sul a parte central do território sul-mato-grossense. É considerada uma importante formação natural da região, cuja paisagem é singular e a beleza cênica ganha destaque devido a singularidade do geossistema. Assim busca-se evidenciar as potencialidades da Serra de Maracaju para o Turismo de Natureza, atividade de grande importância para o Estado. Para evidenciar os elementos que simbolizem as potencialidades foram realizados trabalhos de campo na região e por meio de registros fotográficos buscou-se elementos que evidenciem potenciais, que permitam práticas turísticas em ambientes naturais. As análises apresentadas possibilitam vislumbrar elementos que privilegiam *a priori* a implementação de atividades ligadas ao Turismo de Natureza.

**Palavras chave:** Turismo e Natureza; Ambiente Natural; Possibilidades Turísticas;

### 1. Para além da visão mercadológica do turismo

Ao longo da história o turismo vem sendo debatido enquanto atividade com implicações positivas para uns e negativas para outros. Para os que tratam da atividade turística como algo benéfico, indicam que esta pode além de trazer desenvolvimento econômico para as comunidades receptoras e valorizar culturas, pode também significar uma nova possibilidade de preservação de aspectos naturais dos destinos turísticos. Por outro lado, na visão daqueles que indicam o turismo como outra atividade puramente econômica, ou seja, que não se preocupa com aspectos além do financeiro, lembram que atividades ligadas ao turismo, podem suprimir culturas, acentuar problemas ambientais, bem como beneficiar aqueles que possuem maior poder aquisitivo e consequentemente que podem se apoderar de locais com potencialidades para a exploração desse tipo de atividade.

Podemos dizer que a atividade pode ser conceituada sob a perspectiva do mercado e a da academia. Para a perspectiva mercadológica acreditamos que uma definição oficial seja a mais oficial seja mais adequada. Segundo a Organização Mundial de Turismo (2001), o turismo compreende as atividades que realizam as pessoas durante suas viagens e estadas em



lugares diferentes ao seu entorno habitual, por um período consecutivo inferior a um ano, com finalidade de lazer, negócios e outros.

Sob a perspectiva acadêmica, em função dessa complexidade, os trabalhos que se propunham a pesquisar o fenômeno, ou abordavam a atividade segundo um rótulo depreciativo ou como solução dos problemas. Jafari (1990 apud BANDUCCI JÚNIOR, 2001), identifica quatro plataformas sobre a abordagem do tema após 2ª Guerra: a primeira, de defesa (trabalhos que ressaltam o caráter positivo); a segunda, de advertência (postura extremamente crítica); a terceira, de adaptação (formas alternativas de turismo podem causar menos impacto que o turismo de massa) e, por último, a do conhecimento. Atualmente, é a postura do conhecimento que norteia grande parte dos trabalhos. Trabalhos estes, que investigam a complexidade do turismo e não apenas seus aspectos positivos ou negativos. Não querendo tratar do turismo como uma atividade livre de aspectos negativos, o presente artigo versará na perspectiva de vislumbrar uma atividade que busque minimizar impactos negativos e maximizar os benefícios desta, uma vez que, entendendo que o turismo incide em impactos positivos e negativos, deve-se buscar cada vez mais o planejamento e inserção deste na implementação dos destinos turísticos, de maneira que, venham a contribuir da melhor maneira, tanto para os turistas, quanto para a comunidade receptora.

Segundo Faria & Carneiro (2001), o turismo requer a priorização de objetivos e interesses específicos, seja para o cidadão que usufrui do turismo, seja para a comunidade local que recebe este turista. De maneira geral deve-se contemplar a satisfação de todos envolvidos na atividade turística, uma vez que, a satisfação do turista, ou seja, a priorização de seus interesses deve ser também prioridade para a comunidade que o recebe. A sustentabilidade socioeconômica dos residentes deve ser de interesse do turista, uma vez que, que os visitantes também desejam receber um bom atendimento, garantindo assim a perenidade da atividade local. Para tal, o planejamento integrado por meio da análise prévia em relação a sustentabilidade local, socioeconômica ou ambiental, se faz necessário para que a atividade se torne duradoura.

Sobre esta importância de se observar os diversos aspectos desta atividade, o Ministério do Turismo (Brasil, 2007) trata do turismo como um sistema aberto e inter-relacionado aos subsistemas sociocultural, ambiental e econômico e político-institucional. Portanto, a sustentabilidade deve ser tomada como o princípio estruturador, propondo a eficiência econômica, a diversidade cultural, a proteção e conservação do meio ambiente, bem como visando à equidade social.

Neste sentido, visando exemplificar o tema tratado até aqui, discorre-se ao longo do texto a conceitualização da tipologia do Turismo de Natureza, bem como apresentação de área de estudo e a possibilidade de aplicação do Turismo de Natureza na mesma.

## **2. O Turismo de Natureza, seu significado**

A sustentabilidade do turismo não deve ser considerada apenas em nichos específicos, como por exemplo no ecoturismo. Deve ser buscada em todas as tipologias e segmentos da atividade turística (BRASIL, 2007). De fato, a sustentabilidade deve ser tratada como condição primordial em qualquer forma de turismo especialmente no Turismo de Natureza que é o foco deste artigo.

No turismo, a criação de demanda pelos mais variados nichos das atividades disponibilizadas pelo mercado está diretamente ligada com a necessidade do turista em sanar seus desejos enquanto viajante que busca novas experiências. Sobre o crescimento das demandas do turismo, Tomàs (1998, p. 21) indica que:

Entre las demandas turísticas emergentes destacan las relacionadas en actividades turísticas que se desarrollan en los espacios naturales y/o rurales y se oponen a las formas de actividades practicadas en los neo-resorts. Las posibilidades turísticas de estos espacios comportan una diversidad de tipos de prácticas turísticas que van desde la contemplación paisajística y/o de la naturaleza hasta la práctica activa de deportes y/o actividades de aventura.

Sobre as relações da natureza com o turismo, Luchiari (2007, p. 36) relata que a natureza está relacionada ao afastamento com o cotidiano, as possibilidades de se sentir sons, cheiros e outras sensações relacionadas ao tempo, ciclos, processos e lógica da natureza “ É essa experiência visual, olfativa, tátil, auditiva, de relação, de ruptura, de superação que a imersão da paisagem natural proporciona e atrai o olhar do turista”.

A terminologia mais comum para o produto Turismo na Natureza é bastante diversificada, destacando-se para além desta, as expressões Turismo na Natureza, Turismo Natureza, Turismo de Natureza e turismo em espaços naturais. Estes termos são usados tanto como sinônimos, como representando conceitos relativamente distintos. Existe ainda um rol de outras expressões que são utilizadas como sinônimos de Turismo na Natureza, ou estão muito interligados, nomeadamente turismo ecológico, suave, verde, apropriado, de aventura, alternativo, de nichos, discreto, responsável, sustentável, ativo e rural, e ainda ecoturismo e atividades ou desporto na natureza e de aventura (Silva, 2013). Sobre essas variações de conceitos acerca do Turismo de Natureza, Eicheberg e Silva (2013) lembram que o turismo globalizado remete a busca pela fuga do cotidiano, principalmente em relação aqueles viventes de ambientes urbanos. Sendo

assim, as áreas naturais, onde podem ser representadas pelo Turismo de Natureza, Ecoturismo e Turismo de Aventura estariam no rol de possibilidades de encontro com a natureza.

Especificamente sobre Turismo de Natureza, Soldateli (2005) define esta atividade considerando que, contemple todos os segmentos e atividades turísticas que apresentem o foco de interesse ou uso de ambientes naturais. Já Silva (2006) em definição ao Turismo de Natureza, entende esta como um segmento do turismo que, agrega outras tipologias turísticas, de modo que, suas atividades estejam prioritariamente ligadas com ambientes naturais conservados ou correlacionados diretamente a eles, buscando manter certo equilíbrio dinâmico que vise a presença de poucos impactos negativos ao ambiente. O autor reforça ainda a forte ligação da valorização do contato e inter-relação com a natureza neste segmento, porém lembra a possibilidade de impactos ambientais causados pela atividade, que, independente de seu fluxo, pode comprometer a durabilidade e qualidade do produto turístico oferecido.

Denotando sua complexidade de tratamento, indica-se que o Turismo de Natureza deve ser entendido e tratado de maneira a abarcar os diferentes processos e agentes envolvidos nesta atividade, ou seja, entende-la de maneira sistêmica, buscando assim manter o equilíbrio da mesma na tentativa de maximizar sua sustentabilidade. O Turismo de Natureza, na visão de Eichenberg e Silva (2013), quando entendido de maneira fragmentada e não sistêmica, explorado como fenômeno voltado exclusivamente para os anseios economicistas, ou seja, sem o planejamento de um modelo adequado, propicia grandes chances da ocorrência de vários impactos negativos, estes que podem comprometer o ambiente natural, e consequentemente, inviabilizar a continuação e longevidade da atividade.

Ressaltando os impactos positivos do Turismo de Natureza, (Pelegrín, 2014) lembra que estes podem ser exemplificados pela aproximação do homem com o meio natural, e consequentemente o aumento de sua consciência ambiental, bem como a possibilidade de criação de novos mercados que auxiliem positivamente as economias locais e nacionais. Neste sentido, é possível identificar a integração dos aspectos da natureza, da sociedade e do mercado neste tipo de atividade.

Então não podemos perder de vista que a conservação da natureza e sua patrimonialização envolvem saberes, interesses e valores advindos das esferas política, econômica e sociocultural (Luchiari, 2007). Para Soldateli (2005), por fazer uso do espaço e de determinados atrativos turísticos, o Turismo de Natureza gera impactos negativos em vários componentes dos sistemas naturais. Por meio da reflexão destes autores, permite-se aqui vislumbrar a busca do desenvolvimento da atividade do turismo, neste caso especificamente em relação a ambientes naturais, por meio de planejamento prévio, estruturação e manejo adequado, visando assim a minimização de impactos e auxiliando na conservação desses espaços naturais.

Por meio destes conceitos e considerações indicados sobre o Turismo de Natureza postula-se a busca de potencialidades para tal atividade no estado de Mato Grosso do Sul – Brasil, mais especificamente na Serra de Maracaju. Sendo assim, por meio de levantamento de dados realizados através de trabalho de campo, serão analisados os elementos que representem essa potencialidade na área de estudo para este segmento do turismo.

### 3. Serra de Maracaju

A Serra de Maracaju, importante feição de relevo presente no estado de Mato Grosso do Sul – Brasil indica um rico ambiente natural, tanto nos aspectos de fauna quanto de flora, despertando assim o interesse de pesquisa, neste caso, em relação a suas potencialidades enquanto matéria-prima para a implantação de atividades ligadas ao Turismo de Natureza.

A localização da Serra de Maracaju, vide figura 1, de acordo com Tsilfidis e Soares Filho (2009, p. 8), compreende a parte central de Mato Grosso do Sul, onde é considerada uma área com grande potencial natural. A serra tem parte de sua conformação nos municípios de Antônio João, Bela Vista, Ponta Porã, Guia Lopes da Laguna, Jardim, Maracaju, Nioaque, Anastácio, chegando até Dois Irmãos do Buriti, se estendendo aos municípios de Rio Negro, Rio Verde de Mato Grosso, Coxim e Sonora.

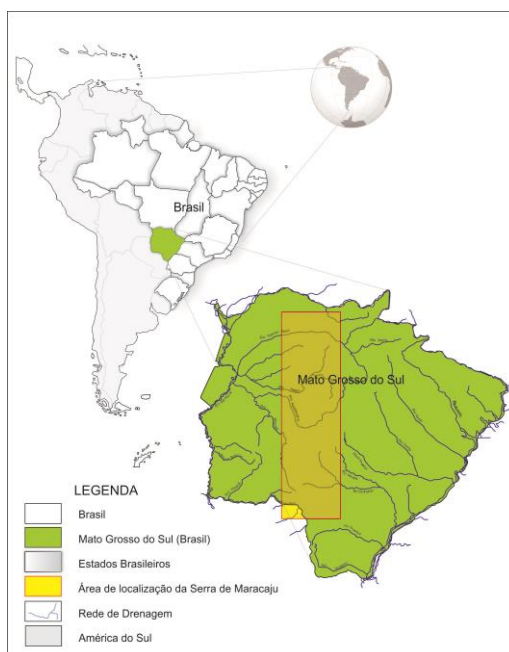


Figura 1 – Localização da Serra de Maracaju

Fonte: do autor, 2016

Organização/Desenho: Marcos Norberto Boin, 2016

Sobre a Serra de Maracaju Zoneamento ecológico econômico – ZEE- MS – (Mato Grosso do Sul, 2008)<sup>1</sup> indica que esta se encontra inserida no Domínio da Mata Atlântica, área do estado que mais sofreu e continua sofrendo pressões, passando assim a ser considerada uma área crítica da vegetação de Mato Grosso do Sul. Essas pressões estão relacionadas com o uso das terras na Serra de Maracaju, uma vez que, configura-se em uma região de grande desenvolvimento econômico rural, o qual provocou ao longo de sua história, desmatamentos que causaram prejuízos a mata ali existente.

Em relação ao solo, RadamBrasil (1982) indica que os solos da região, originados a partir de materiais da Formação Serra Geral, basalto e sedimento arenosos, dispostos ao longo da escarpa da Serra de Maracaju. Ainda sobre a caracterização, no que diz respeito às montanhas presentes na Serra de Maracaju, estas suportam uma considerável floresta de fanerófitos de grandes proporções.

Apresentando a Serra de Maracaju em sua totalidade, nota-se que está compreende uma área de grande extensão do estado de Mato Grosso do Sul, portanto, ao longo de sua trajetória é possível encontrar uma grande variedade de paisagens, de maneira que estas podem ou não ter potencialidade atrativa para o Turismo de Natureza. Neste sentido, a pesquisa em desenvolvimento, buscará analisar uma porção da Serra de Maracaju, onde a princípio se identificou como uma área de interesse em relação a esse tipo de atividade turística. Para tal, a seguir apresenta-se a delimitação específica da área de estudo, bem como seus resultados obtidos por meio de trabalho de campo.

### **3.1. Turismo de Natureza em Mato Grosso do Sul: reconhecendo potencialidades na região da Serra de Maracaju**

O Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, conforme indica Brasil (2016), está localizado na região centro-oeste do país, onde ocupa uma área de 358.158,7 km<sup>2</sup>. Seus limites estaduais são: ao norte com o Estado de Mato Grosso; a nordeste com os Estados de Goiás e Minas Gerais; a leste com o Estado de São Paulo; a sudeste limita-se com o Estado do Paraná; ao sul e sudoeste faz divisa com o Paraguai; e por fim, a oeste tem a delimitação de seu limite com a Bolívia. Sobre os aspectos físicos, Brasil (2016) aponta uma diversidade de paisagens como o complexo do pantanal no extremo oeste, planícies na parte noroeste e planaltos com escarpas na serra da Bodoquena (leste). O clima é tropical semi-úmido e tropical de latitude com muita chuva no verão e inverno seco.

---

<sup>1</sup>O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) tem como objetivo estabelecer normas técnicas e legais para o adequado uso e ocupação do território, compatibilizando, de forma sustentável, as atividades econômicas, a conservação ambiental e a justa distribuição dos benefícios sociais.

Dentre as formações naturais presentes no Estado de Mato Grosso do Sul, e tendo como premissa o contato com ambientes naturais, a Serra de Maracaju, a priori, indica potencialmente elementos que possibilitam a execução de atividades voltadas ao Turismo de Natureza em alguns pontos ao longo de sua extensão. Para esta pesquisa especificamente, foi realizado um recorte, no qual, por meio da seleção das cartas topográficas editadas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicação, Divisão de Serviço Geográfico (Folha SF.21-X-A-III) de Aquidauana, (Folha SF.21-X-A-VI) de Ribeirão do Taquaruçu e (Folha SF.21-X-C-III) de Nioque, ambas na escala 1:100.000, onde delimitou-se a área de estudo, conforme figura 2, considerando esta uma porção da Serra com grande interesse paisagístico, no qual, o relevo e a vegetação sobressaem como elementos norteadores dessa potencialidade.

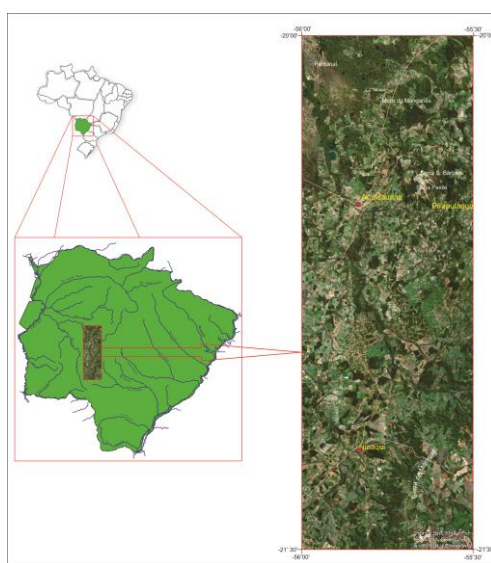


Figura 2 – Delimitação da área de estudo na Serra de Maracaju

Fonte: do autor, 2016

Organização: Marcos Norberto Boin, 2016

Sobre esta porção da Serra de Maracaju, é possível indicar suas características específicas de acordo com Mato Grosso do Sul (2011). Compreende os municípios de Nioque, Anastácio e Aquidauana. Sobre a vegetação nativa encontrada na área, indica-se a presença do cerrado, contato Chaco/Floresta Estacional (Mata Atlântica) e contato Cerrado/F. Estacional (Mata Atlântica). Em relação ao clima, a área de estudo localiza-se na faixa zonal, que divide o estado de Mato Grosso do Sul ao meio, cobrindo ao norte porções de climas controlados por massas equatoriais e tropicais e ao sul porção de climas controlados por massas tropicais e polares (Zavattini, 1990; Zavattini e Boin 2013). Os solos encontrados nessa porção são os: Argissolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho, associados aos sedimentos arenosos; Neossolo Litólico, associado aos sedimentos em encostas declivosas; Nitossolo Vermelho associado ao basalto, e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico de larga ocorrência na planície pantaneira e nas planícies fluviais (CPRM, 2016). A geomorfologia apresenta aspectos do Planalto de Maracaju,

Planalto de Dourados, Depressão Inter-Patamares, Depressão Aquidauana-Bela Vista, Primeiro e Segundo Patamar da Borda Ocidental. Já a geologia é composta por parte da Formação Pantanal, Formação Santo Anastácio, Formação Aquidauana, Formação Serra Geral, e Formação Botucatu (Mato Grosso do Sul 2011).

Por meio da identificação da área de estudo a ser abordada, tomou-se como procedimento o trabalho de campo, o qual teve como técnica de abordagem o registro fotográfico desta porção da Serra de Maracaju, buscando evidenciar *in loco* aspectos relevantes para a potencialidade turística em relação ao Turismo de Natureza. De acordo com Cruz (1997), o trabalho de campo representa a relação direta do pesquisador com a realidade estudada, fato que permite a compreensão dos aspectos que dificilmente seriam alcançados através apenas do trabalho de gabinete, para isso, indica que os objetivos do trabalho de campo devem estar atrelados diretamente com os objetivos da pesquisa.

Já em relação aos registros fotográficos, Justiniano (2005, p. 187) descreve: “Em geografia, a imagem ilustra e documenta eventos naturais e sociais que ocorrem num determinado tempo e lugar e deve ser acompanhada de outras informações, como localização, geográfica, ângulo de visada, registro da hora e da data e relato do fato observado. Essas anotações serão importantes na composição dos trabalhos, na verificação de resultados e no acompanhamento dos fenômenos ao longo do tempo”. Guran (2005) faz referência a importância de um bom trabalho fotográfico, onde, este deve não apenas apresentar um assunto, mas sim buscar explicá-lo e comentá-lo, ou seja, a fotografia não deve ser um apanhado de fotos aleatoriamente organizadas, mas sim deve ter ligação com o que se quer registrar e o que se pretende analisar/explicar. A utilização da fotografia se dá através da leitura da imagem, isto é, do reconhecimento das informações contidas na imagem, as quais propiciam uma reflexão científica. Por sua vez, uma fotografia é tão mais rica em informação quanto for a capacidade do leitor de perceber as suas nuances de representação. Esse processo implica em uma precisa articulação entre forma e conteúdo, cabendo à primeira dar evidência ao segundo (Guran, 2005).

Conforme apresentado, os dados colhidos no trabalho de campo, neste caso representado pelas fotografias, indicam um grande potencial paisagístico para o Turismo de Natureza, no qual destacam-se os aspectos do relevo e da vegetação. Sobre relevo, Rocha et al. (2001) apontam este elemento como a expressão material mais visível de uma paisagem regional, e que suas feições, sejam elas, escarpas, serras, cachoeiras, cristas, canais fluviais e planícies são aspectos aproveitáveis do relevo que podem ser utilizadas pelo turismo. Neste sentido, indicam a importância do conhecimento regional de um relevo. Reforçando a importância do relevo na constituição da paisagem, Sobrinho (2006) afirma que as formas do mesmo influenciam as tomadas de decisão de muitas atividades.

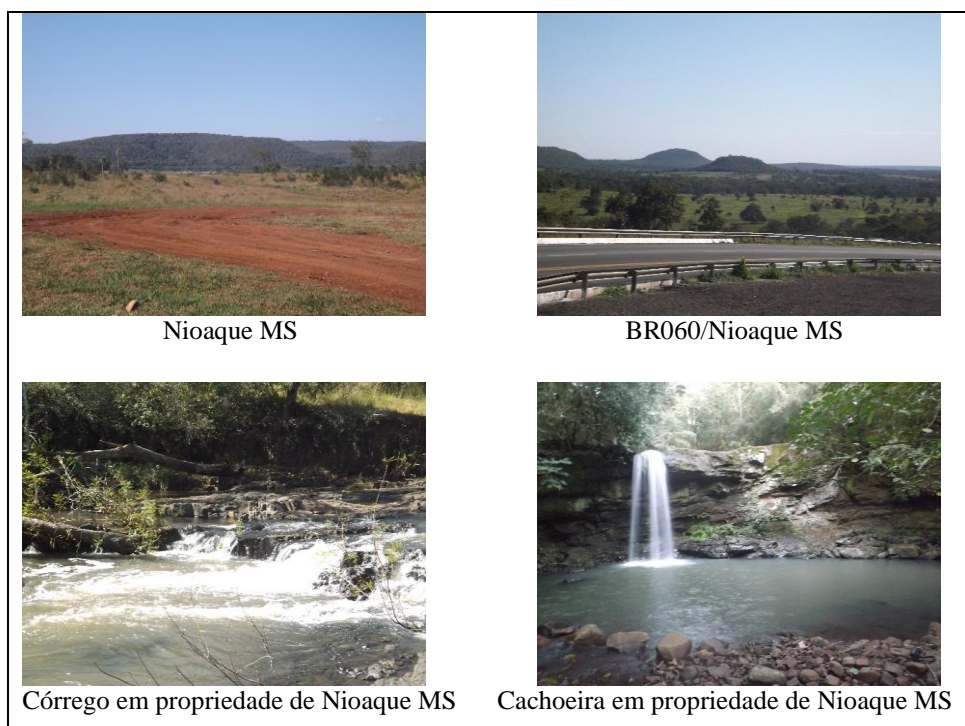


Figura 3 – Paisagens da Serra de Maracaju na região da cidade de Nioaque MS  
Autor: Bruno Lima (2015)



Figura 4 – Paisagens da Serra de Maracaju na região da cidade de Aquidauana MS  
Autor: Bruno Lima (2015)

Quanto ao outro elemento latente evidenciado nesta porção da Serra de Maracaju, Almeida et al. (2012) descreve a vegetação como um importante indicador geoambiental, uma vez que sofre a influência de fatores como o climático, edafológicos e bióticos. Ainda indica a importância da



vegetação em relação a estabilização dos geoambientes, considerando que esta protege o solo das erosões, facilita a distribuição, infiltração e acúmulo de águas pluviais e exerce influência nas condições climáticas do ambiente. Segundo os autores, sobre o conhecimento deste elemento do ambiente, consideram (Almeida et al. 2012, p. 377):

Enquanto importante indicador da qualidade ambiental, o conhecimento da fisionomia e distribuição da vegetação é de fundamental importância na identificação dos setores mais vulneráveis ao processo erosivo. A partir desse conhecimento é possível identificar as atividades que estão sendo desenvolvidas de forma impactante e indicar quais atividades podem ser desenvolvidas sem causar grandes impactos ao ambiente.

Ainda sobre a vegetação, Brasil (2007) ressalta a importância deste elemento, uma vez que, é um dos componentes mais importantes da biota, sendo que seu estado de conservação e continuidade definem a manutenção ou não de habitats para as espécies. Além disso, a vegetação tem papel fundamental nos serviços ambientais e no fornecimento de suprimentos essenciais para a sobrevivência humana. Desta forma, o estabelecimento de políticas públicas ambientais no país, como identificação de modelos de conservação, uso sustentável e repartição de benefícios de nossa biodiversidade são fundamentais para o conhecimento do atual estado da cobertura vegetal do Brasil.

Evidenciada a importância do relevo e da vegetação para o uso do turismo, neste caso específico para o Turismo de Natureza, indica-se a potencialidade da formação desta porção da Serra de Maracaju para este segmento, a qual apresentou uma relevante diversidade de relevos, bem como uma importante faixa de vegetação, aspectos esses que são indispensáveis para a realização de trilhas, práticas de turismo em cachoeiras e rios, atividades voltadas a educação ambiental, dentre outras possibilidades. Ressalta-se aqui que, este tipo de atividade, quando bem planejada, organizada e implantada, pode surgir como alternativa de preservação, uma vez que, diversos trechos da Serra, principalmente em relação a vegetação, foram suprimidos pelas dinâmicas territoriais, notoriamente por meio das explorações econômicas voltadas aos cultivos de diversas culturas.

## **5. Considerações**

O turismo, enquanto atividade econômica, em diversos casos, ou até mesmo na sua grande maioria, acaba por promover efeitos negativos nos destinos em que se insere. No entanto, considerando esta atividade de maneira não fragmentada, ou seja, como um sistema, é possível pensar, planejar e implantar a atividade turística de maneira menos impactante, acarretando na continuidade da atividade, preservando o ambiente, auxiliando na preservação das identidades culturais, e ainda possibilitando a geração de recurso econômico. É fato a dificuldade deste tipo

de articulação, no entanto busca-se aqui, por meio de pesquisas e análises colaborar com a estruturação e implantação deste tipo de dinâmica.

Considerando a Serra de Maracaju como uma área pouco explorada pelo Estado sobre o ponto de vista do turismo, o presente trabalho busca ressaltar as potencialidades para tal atividade, uma vez que, é clara a pressão causada pela agricultura e pecuária nesta região. Desta forma, o turismo poderia ser introduzido como uma forma de minimizar os impactos negativos causados pelos agronegócios, e por meio da estruturação de uma oferta turística planejada, responsável e integrada com a comunidade local, possibilitaria fonte de renda e auxiliaria na preservação da natureza já ameaçada nesta região.

Na Serra de Maracaju, elencando a porção de Nioaque, Anastácio e Aquidauana como área de estudo, foi possível verificar a sua potencialidade para o Turismo de Natureza, segmento este que busca na natureza a sua matéria-prima. Por meio da técnica de fotografia e auxílios de outras ferramentas como cartas topográficas e GPS, foi possível realizar uma identificação prévia das paisagens existentes na área de estudo, onde, a paisagem formada pelos elementos evidenciados contrastaram em cenários com belezas cênicas relevantes e panorama favorável para a estruturação de atividades voltadas ao Turismo de Natureza. Permite-se aqui expor que, este estudo não determina ou impõe efetivamente a possibilidade da implantação da atividade do turismo nesta região, visto que, outros aspectos também devem ser observados e levados em consideração, para que de fato se implante a atividade turística em um determinado destino. No entanto, ressalta-se que, do ponto de vista paisagístico e de elementos presentes nesta área de estudo, evidencia-se potencialidades para que se possam ser realizadas práticas de Turismo de Aventura.

## 6. Agradecimentos

Para a realização desta pesquisa agradece-se ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), o qual possibilita a realização desse trabalho e ao Laboratório de Geografia Física. A FUNDECT por financiar o projeto e conceder bolsa de pesquisa em nível de mestrado.

## 7. Bibliografia

- Almeida, N.; Cunha, S. & Nascimento, F. (2012). *A cobertura vegetal e sua importância na análise morfoodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá –Nordeste do Brasil/ Paraíba*. Revista Geonorte, Edição Especial, V.3, N.4, p. 365-378.
- Banducci Júnior, Álvaro (2001). Turismo e antropologia no Brasil: estudo preliminar. In: Banducci Júnior, Álvaro; Barretto, Margarita (orgs). *Turismo e identidade local: uma visão antropológica* (pp 21-47). Campinas: Papirus.

- Brasil (2007). Ministério do Turismo. *Conteúdo fundamental turismo e sustentabilidade*. Brasília: Esplanada dos ministérios. Disponível em: <[http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o\\_ministerio/publicacoes/downloads\\_publicacoes/conteudo\\_fundamental\\_turismo\\_e\\_sustentabilidade.pdf](http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/conteudo_fundamental_turismo_e_sustentabilidade.pdf)>. [Acesso em 29 de março 2016].
- Brasil (2007). Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros*. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>>. [Acesso em 10 de maio de 2016]
- Brasil (2016). Ministério das Relações Exteriores. *Departamento Cultural*. Revista Textos do Brasil, edição nº 3. Disponível em: <<http://dc.itamaraty.gov.br/imagens-e-textos/revista3-mat8.pdf>> [Acesso em 10 de maio de 2016].
- CPRM. (2016). Geodiversidade do Mato Grosso do Sul, Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>. [Acesso em: 26 de março de 2016].
- Cruz, R. (1997). *Os caminhos da pesquisa de campo em Geografia*. Geousp, São Paulo, v. 1, n. 1, 93-97
- Eichenberg, F. & Silva, C. (2013). Turismo de Natureza: a relação homem/natureza e os seus desdobramentos a partir dessa categoria de turismo. IN: Anjos, F., Angeli, N., & Limberger, P. (Orgs.). (2013). *Turismo e hospitalidade no Brasil*. Itajaí: Editora da UNIVALI.
- Faria, D. & Carneiro, K. (2001). *Sustentabilidade ecológica no turismo*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Guran, M. (2013), *Documentação Fotográfica e Pesquisa Científica - Notas e Reflexões*. Niterói: EdUFF
- Justiniano, E. (2005). Registro fotográfico. In: Venturi, L. (Org.). *Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório*. (P. 287-195). São Paulo: Oficina de Textos.
- Luchiari, M. (2007). Turismo e patrimônio natural no uso do território. IN: Luchiari, M. & Bruhns, H. (Orgs.). (2007). *Patrimônio, Natureza e Cultura*. Campinas: Editora Papirus.
- Mato Grosso do Sul (2011). *Caderno geoambiental das regiões de planejamento de MS*. 2011. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Planejamento, Ciência e Tecnologia. Região Leste. Disponível em: <http://www.semec.ms.gov.br/control/ShowFile.php?id=102318>. [Acesso em 23 de março 2016]
- Mato Grosso do Sul. (2008). *Zoneamento ecológico econômico*. Disponível em: [www.semec.ms.gov.br/control/ShowFile.php?id=18269](http://www.semec.ms.gov.br/control/ShowFile.php?id=18269). [Acesso em 19 de março de 2016]
- Organização Mundial de Turismo (2001). *Introdução ao turismo*. São Paulo: Roca.
- Pelegrín, G. (2014) *El turismo de naturaleza en espacios naturales. El caso del parque regional de las salinas y arenales de San Pedro Del Pinatar*. Cuadernos de Turismo, 34, (2014), 33-51. Disponível em: <http://revistas.um.es/turismo/article/viewFile/203011/164181>. [Acesso em 27 de maio de 2016]
- Radambrasil (1982). *Levantamento de Recursos Naturais: Folha SF-21 – Campo Grande (MS)*, V. 27, Rio de Janeiro.
- Rocha, M.; Rodrigues C. & Moura, A. (2001). *Relevo, paisagem e o potencial turístico no parque nacional da Serra da Canastra*. 8º Encuentro de Geógrafos de América Latina. Santiago: Universidad de Chile
- Silva, C. (2006). *Análise sistêmica, turismo de natureza e planejamento ambiental de Brotas: proposta metodológica*. Dissertação de Doutorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Silva, F. (2013). *Turismo na natureza como base do desenvolvimento turístico responsável nos Açores*. Dissertação de Doutorado. Lisboa: Universidade de Lisboa – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território.
- Sobrinho, J. (2006). O relevo, elemento âncora, na dinâmica da paisagem do Vale, Verde e Cinza, do Araraú, no Estado do Ceará. Dissertação de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Soldateli, M. (2005). Impactos ambientais negativos no contexto do Turismo de Natureza. In: Trigo, L. (2005). *Análises Regionais e Globais do Turismo Brasileiro*. São Paulo: Editora Roca.
- Tomàs, P. (1998). Los modelos de desarrollo turístico en el mediterráneo. Cuadernos de turismo, nº 2. p. 7-24. Disponível em: <http://revistas.um.es/turismo/article/view/23401>. [Acesso em 27 de maio de 2016]

Tsilfidis, P. & Soares Filho, A. (2009). *Uso do Geoprocessamento para Pré-delimitação de Unidade de conservação: Um Estudo de Caso na Serra de Maracajú-MS*. In: 12 Encuentro de Geógrafos da América Latina, Montevideo. anais do 12 Encuentro de Geógrafos de América Latina. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Nuevastecnologias/Teledeteccion/17.pdf>. [Acesso em 29 de março 2016]

Zavatini, J. A. (1992). *Dinâmica Climática no Mato Grosso do Sul*. Revista Geografia, AGETEO, Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 69-95.

Zavattini, J. A. & Boin, M. N. (2013). *Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa*. Campinas. Ed. Átomo e Alínea.



## HACIA LA CONSTRUCCIÓN DEL GEOTURISMO EN EL URUGUAY

Á. G. Gervasio <sup>(a)</sup>

(a) Instituto Uruguayo de Turismo Sustentable (IUTUS)  
agonzalez@iutus.org

### Resumen

Se realiza una presentación del concepto de Geoturismo, como forma de “turismo de naturaleza”, y una revisión de conceptos básicos relacionados con el mismo: geodiversidad, geopatrimonio, geoconservación, geosito, geoparque. Se mencionan algunos elementos de la geografía física del Uruguay, con énfasis en los aspectos geológicos y geomorfológicos, que pueden convertirse en atractivos para esta actividad. Se realizan sugerencias para el desarrollo del geoturismo en el país, a partir del incentivo que significó la inclusión de “Grutas del Palacio” en la Red Global de Geoparques de UNESCO en 2013.

**Palabras claves:** Geoturismo – geodiversidad – geopatrimonio - Uruguay

### 1. Nuevas tendencias del turismo. Geoturismo.

Se entiende por turismo “el conjunto de relaciones y fenómenos que se producen como consecuencia del desplazamiento y estancia temporal de personas fuera de su lugar de residencia, siempre que no esté motivado por razones lucrativas”. A los efectos estadísticos, la Organización Mundial del Turismo (WTO) señala que las actividades de turismo se realizan “por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año” (*EUTM, s.f.e.*).

Es sabido que a nivel mundial el número de turistas y de los puntos de emisión vienen creciendo de manera sostenida. Ello se manifiesta en un incremento cuantitativo de la demanda y de la oferta, así como en la diversificación de ambas, generándose nichos de mercado específicos, tanto por tema como por público objetivo. Motivada por estos nuevos y diversos intereses han surgido formas de “turismo alternativo”, como antítesis del turismo de masas o convencional. Una premisa fundamental de aquel es la sustentabilidad en el uso y disfrute de los bienes naturales y culturales de un territorio, provocando el menor impacto ambiental posible, la generación de beneficios para las comunidades locales y la obtención de satisfacción del cliente al vivir una experiencia totalmente diferente a la de su rutina. En sintonía con la idea de sustentabilidad ambiental y motivada por el deseo de vivir nuevas y reconfortantes experiencias, una parte de esta nueva demanda –representada fundamentalmente por turistas de extracción urbana y con un nivel educativo y socioeconómico medio a alto- está orientada hacia lo que ha dado en llamarse “turismo de naturaleza”.

A nivel de la cadena de valor del turismo, esta nueva realidad implica – tal como puntualizan *Fernández et al. (2015)* - diferentes estrategias de comercialización y de generación de servicios

flexibles, nuevos roles de los turistas, participación activa de las comunidades, y generación de atractivos novedosos, caracterizados por su autenticidad y valor patrimonial.

*Díaz-Gómez Guillamón (2015)* considera que “(un) buen ejemplo de producto turístico alternativo es el Geoturismo, porque se trata de una modalidad vinculada a la gestión sostenible de aquellos recursos territoriales que identifican a un lugar y lo hacen único y diferente”. Coincidimos con *Carcavilla et al. (2011)* en que la relevancia y, antes que nada, el valor estético y escénico de ciertos elementos de la geología de un lugar o región pueden convertirlos en recursos turísticos, que se conviertan en atractivos. Dicho autor explica que, dada su etimología, “ (e)l geoturismo debe revelar y descubrir a los visitantes las características particulares de Gaia, en lugares concretos donde éstas sean destacadas y/o únicas.”

Para analizar el geoturismo tomaremos en cuenta tres aspectos: los recursos involucrados, las actividades a desarrollar y los beneficios que trae consigo.

*Fernández et al. (op.cit.)* señalan que la aparición del término se debe a Hose, en 1995, quien lo definió como “los servicios de interpretación y las instalaciones con el fin de permitir a los turistas adquirir el conocimiento y la comprensión de sitios geológicos y geomorfológicos en lugar de un simple examen de la estética”. En una revisión realizada en 1997, añade la necesidad de garantizar, por medio del geoturismo, la conservación de los sitios geológicos o geomorfológicos, como georrecursos para el desarrollo de la actividad turística.

Como es corriente en los estudios de turismo –que es un campo del saber “blando”, interdisciplinario y permeado por la realidad cambiante de la oferta y la demanda en el turismo como negocio- existen dos acepciones para este término, según los recursos que se tome en cuenta.

La primera –que llamaremos específica- vincula esta modalidad turística con el patrimonio natural, en sentido estricto los aspectos geológicos y geomorfológicos. Aquí podemos incluir la citada definición de Hose, así como la de *Newsome and Dowling (2006)*, quienes consideran que los elementos paisajísticos del geoturismo son las formas (volcánicas, glaciares, fluviales, cársticas, etc.) y los procesos (vulcanismo, perfiles de meteorización, movimientos de masa, caídas de agua, glaciares, etc.). Asimismo *Ruchkys (2007, citado por Díaz-Gómez Guillamón, op.cit)* lo define como “un segmento de la actividad turística que tiene al patrimonio geológico como principal atractivo. Esta es también la concepción de *Fernández et al. (op.cit.)*, cuando dicen que: “los lugares de interés y atracciones de geoturismo, conocidos en la mayoría de los casos como geositios e incluso como geomorfositos, se asocian a los valores de la geodiversidad, (estando) la geodiversidad y la biodiversidad presentes en todas las superficies, con diferentes variedades, entre los elementos.”

La otra es la propuesta que consideraremos como general. Tal es la visión de la National Geographic Society: “Geotourism is defined as tourism that sustains or enhances the distinctive geographical character of a place—its environment, heritage, aesthetics, culture, and the well-being of its residents.”<sup>1</sup> (<http://travel.nationalgeographic.com/travel/geotourism/about/>). La Declaración de Arouca, emanada del Congreso Internacional de Geoturismo, se adscribe a esta concepción amplia, al señalar que “... el geoturismo debe ser definido como un turismo que sustenta y mejora la identidad de un territorio, considerando su geología, medio ambiente, cultura, valores estéticos, patrimonio y bienestar de sus residentes.” (*Viaje a la sostenibilidad, 2011*).

El cuestionamiento que se ha hecho desde la comunidad científica a National Geographic por esta definición, es que utiliza –con otro sentido- un vocablo que ya tenía 15 años de uso con un significado bien determinado. Es dable pensar que en un futuro coexistirán ambas concepciones, por lo cual –a nivel de las investigaciones- será necesario aclarar a cual se adscribe en cada caso (*Carcavilla et al., op.cit.*).

Entre las actividades incluidas en el geoturismo, se mencionan excursiones a cavernas, montañismo, observación de la dinámica de las playas (*Geremia, 2004, citado por Fernández et al., op.cit.*). Existe coincidencia en que no se considera geoturismo el simple hecho de que el público acuda a visitar un lugar que posea un patrimonio geológico o geomorfológico, sino que es imprescindible que se le proporcione información para que entienda su significado, origen e importancia, y pueda vivir una experiencia más plena. En este sentido, la citada Declaración de Arouca expresa que la información científica especializada debe ser traducida a un lenguaje accesible para el visitante. Otro aspecto que se destaca es que el geoturismo implica generalmente un esfuerzo físico para los participantes, que en algunos casos puede llegar a ser extremo, por lo cual se lo vincula con el turismo aventura.

Varias fuentes concuerdan en los beneficios que el geoturismo traería consigo, tanto del punto de vista de la conservación y de la difusión científica, como del desarrollo económico local. Para *Carcavilla et al. (op. cit)* este permite al visitante conocer y disfrutar del patrimonio geológico, así como fomentar en él actitudes favorables para la conservación. Dichos autores lo presentan como una oportunidad para el desarrollo de zonas rurales desaventajadas. Por su parte *Díaz Gómez -Guillamón (op.cit.)* afirma que el geoturismo alienta a los ciudadanos del lugar y a sus visitantes a formar parte de la gestión de los recursos turísticos, con lo cual se crea una conciencia colectiva de salvaguarda del patrimonio. Desde la definición de la *National Geography Society (op.cit.)* este tipo de turismo intenta integrar y valorizar a las comunidades locales, la diversidad cultural y la conservación de los recursos naturales. Se lo percibe

---

<sup>1</sup> El geoturismo se define como el turismo que sostiene y promueve el carácter geográfico característico de un lugar-su ambiente, patrimonio, estética, cultura y el bienestar de sus habitantes.



asimismo como una oportunidad de contacto entre el conocimiento científico y la sociedad, de vital importancia en la actualidad, cuando crece la preocupación ciudadana en torno a la problemática ambiental ([www.geoparquepirineos.com](http://www.geoparquepirineos.com)). La mencionada Declaración de Arouca, la cual menciona como beneficios del geoturismo el que “sustenta e incrementa la identidad de un territorio ... y el bienestar de sus residentes, (siendo) una herramienta fundamental para la conservación, la divulgación y la valorización del pasado de la Tierra y de la Vida”.

Tal como veremos en el ítem II., el concepto de Geoparque de alguna manera resume los beneficios de esta modalidad de turismo.

En este artículo se opta por el concepto específico de geoturismo, el cual es el sentido clásico del término y el más frecuente en la bibliografía. El recurso básico de esta modalidad de turismo son las geoformas y los procesos geológicos y geomorfológicos de importancia científica y/o valor estético, así como aquellas que son testimonio del pasado biológico de la Tierra y de la presencia del Hombre en la misma. Como modalidad de turismo, el mismo forma parte del turismo de naturaleza, y, dentro de esta variada familia, está relacionado con el ecoturismo pero se diferencia de él, contando - como indica *Moreira (2010)* - “... com a aprovação e incentivos por parte da UNESCO, sendo específico em suas potencialidades e objetivos.”<sup>2</sup>

No obstante, concordamos con la eventual integración de aspectos histórico-culturales, por los cuales se atribuye un valor adicional a un determinado recurso, que es convertido en un hito. Ello le agrega valor al producto turístico, aumentando de ese modo su atraktividad.

## 2. El campo semántico del Geoturismo

La idea de campo semántico es adecuada para analizar una serie de conceptos relacionados entre sí y con el geoturismo, varios de los cuales fueron mencionados en el ítem I.

Para introducirlos tomaremos en su totalidad lo consignado por *González-Gervasio (2014)*:

“ - Geodiversidad: La variedad de rocas, minerales, fósiles, suelos, formas del relieve, formaciones geológicas y paisajes presentes en un territorio, que permiten conocer la evolución ocurrida en la Tierra en un lugar determinado y en el pasado geológico. Es un término análogo y de aparición posterior a biodiversidad. De hecho, a partir del origen de la vida en la Tierra, la geodiversidad y la biodiversidad coevolucionaron.

- Geoconservación o conservación de la geodiversidad: Planes y acciones que tienen por objetivo la conservación de la geodiversidad. Un hito en este sentido fue la confección de la Lista Indicativa de Sitios Geológicos (Global Indicative List of Geological Sites –

<sup>2</sup> ... con la aprobación e incentivos por parte de UNESCO, siendo específico en sus potencialidades y objetivos

GILGES), por la cual se propusieron modificaciones a las directrices de los Sitios do Patrimonio Mundial (World Heritage Sites) de la UNESCO, incluyendo las propiedades geológicas afectadas como objeto de dicho proyecto.

- Geopatrimonio o patrimonio geológico: Es el objeto de la geoconservación. Se trata del conjunto de lugares y elementos geológicos de especial valor y relevancia para la comunidad. Forma parte del patrimonio natural y tiene importancia científica, cultural, educativa, turística e incluso recreativa. Comprende formaciones rocosas, minerales, fósiles, formas del terreno, tipos de suelo y otras manifestaciones geológicas. Nos permite conocer, estudiar e interpretar el origen y la evolución de la Tierra.

- Geositio: Lugar especial de una región en el que es posible observar y estudiar registros y/o procesos geológicos que contribuyen al conocimiento de los orígenes del paisaje de dicha región y al disfrute del mismo. Dichos registros están dados por la composición rocosa y las geoformas.”

Por último, otro concepto integrante del campo es el de Geoparque. Se trata de áreas geográficas particulares y unificadas, donde los sitios y paisajes de significación geológica a nivel internacional son manejados con un enfoque holístico de protección, educación y desarrollo sustentable (<http://www.globalgeopark.org>).

El concepto de geodiversidad surge a finales de la década de 1990, aplicado a la gestión de espacios protegidos, como contrario y a la vez complementario al término biodiversidad, ante la necesidad de generar un concepto que abarque también los elementos abióticos del medio natural (Serrano Cañadas y Ruiz Flaño, 2007, citado por Fernández et al., op.cit.).

Según estos autores, como suele suceder ante nuevas realidades que la ciencia trata de explicar, los conceptos no están exentos de ambigüedades, además de que evolucionan con el tiempo. De modo que se pasó de definiciones iniciales simples a otras más actuales y complejas. Ha sido definida como “la variación de fenómenos y procesos geológicos en un área definida” (Serrano Cañadas y Ruiz Flaño, 2007, citado por Fernández et al., op.cit.). Por su parte Nieto (2001) la considera como “el número y la variedad de estructuras ... y de materiales geológicos ... que constituyen el sustrato físico natural de una región, sobre las que se asienta la actividad orgánica, incluyendo la antrópica”. Es posible observar que, en tanto las conceptualizaciones del primer grupo son de corte más naturalista, las segundas incluyen la presencia humana. Tal como señalamos en el ítem I, esta diferencia de visiones queda también reflejada en el concepto de geoturismo.

El conjunto de planes y acciones dirigidas a proteger la geodiversidad constituyen la geoconservación. Montesso Neto (op.cit.) la asimila al disfrute, el uso consciente y la protección de los recursos geológicos. Con una visión más operativa el Servicio Geológico Colombiano (2015) la considera como “el conjunto de acciones, técnicas y medidas

encaminadas a asegurar la conservación, incluyendo la rehabilitación o restauración del patrimonio geológico, basándose para ello en el análisis de su valor intrínseco, vulnerabilidad y riesgo de degradación”.

Como indica el *Instituto Geográfico y Minero de España (op.cit.)*, el uso y reconocimiento del término geodiversidad están menos extendidos que el de biodiversidad, lo cual tiene implicancias para su conservación.

El término patrimonio hace referencia a elementos con valor (bienes), por lo que todo patrimonio consta de una parte objetiva que no cambia (sus elementos) y una parte subjetiva que sí puede cambiar (el valor de los mismos). El tipo de elemento es lo que determina el tipo de patrimonio, mientras que el valor del elemento es lo que determina si es patrimonio o no. Ya desde el año 1972, bajo los auspicios de UNESCO, se reconoció la existencia de un patrimonio natural y uno cultural. En 1983 la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural menciona a “las formaciones geológicas y fisiográficas” como parte del patrimonio natural (*Servicio Geológico Colombiano, op.cit*)

En el I Simposio Internacional del Patrimonio Geológico, celebrado en Digue, en 1991 se señalaron como características de este: ser una parte importante del patrimonio natural; ser el registro del pasado de la Tierra, capaz de ser interpretado por especialistas; poseer un valor excepcional como registro, por lo cual a ser protegido; considerarnos no como propietarios, sino como depositarios del mismo, por lo tanto responsables de su conservación (*Carcavilla et al., 2007*).

La consideración de aspectos geomorfológicos junto a los geológicos aparece también en otras definiciones. Por ejemplo *Theodossiu-Drandaki (citado por Carcavilla et al., 2007, op.cit.)* señala que “(el) patrimonio geológico-geomorfológico está formado por los lugares de la Tierra que son representativos de la larga historia del Planeta.”

Los autores consultados destacan asimismo la diferencia entre geopatrimonio mueble e inmueble. Este último es el que se conserva en su contexto natural, vale decir los propios geositos, e incluye la mayoría de los bienes geológicos patrimoniales. El segundo se refiere a elementos geopatrimoniales exhibidos en museos. A los efectos de este trabajo nos referiremos exclusivamente al geopatrimonio inmueble.

Entendemos entonces que los mencionados cambios a nivel social y cultural que trajo el enfoque de la sustentabilidad son las que llevaron a la creación del concepto de geopatrimonio.

En el Uruguay no existe aún una definición legal de geopatrimonio. Es España, por ejemplo, se cuenta con una conceptualización abarcativa, que menciona su composición –el conjunto de recursos naturales geológicos - y su valor, que puede ser científico, cultural y/o educativo (<http://www.igme.es/patrimonio>).

Si bien geopatrimonio y geodiversidad son dos términos estrechamente vinculados, no son sinónimos. En efecto el *Servicio Geológico Colombiano (op.cit.)* señala que geodiversidad se refiere a la variedad geológica de un territorio, y geopatrimonio a su interés, los cuales no necesariamente coinciden. Ello es relevante a la hora de planificar y ejecutar acciones de geoconservación, cuyo objeto debe ser siempre el geopatrimonio.

En cuanto a los geosítios, estos constituyen lugares de existencia del geopatrimonio inmueble. *Carcavilla et al. (2007, op.cit.)* indican que, de acuerdo con sus características pueden reconocerse según muestren procesos únicos o rarezas geológicas (“unique sites”); sean lugares tomados como modelo de determinados procesos (“model sites”); constituyan sitios donde se ha definido o reconocido por primera vez algún fenómeno geológico, vale decir con un valor especial para la historia de las Ciencias de la Tierra (“first sites”); sean lugares que han definido estratotipos u otros sistemas de correlación global (“patterns”); constituyan estructuras representativas que aparecen con frecuencia en el paisaje o que constituyen la manifestación más completa de un fenómeno geológico.

El creciente interés por el geopatrimonio y la disposición a difundir su conocimiento y disfrute por parte del público en general cristaliza se resumen en la idea de Geoparque. Los Geoparques surgieron a principios de la década de 1990 en Europa, siendo inicialmente cuatro. Desde entonces, su número ha ido creciendo de manera constante, existiendo al año 2015 –según la Red Mundial de Geoparques de UNESCO (<http://www.globalgeopark.org>) - 120 distribuidos en 29 países. Tres de los mismos son binacionales. El origen europeo de la iniciativa queda claro en la concentración de los geoparques en este subcontinente, mientras que vastas extensiones de gran geodiversidad –como Rusia, EE.UU. y toda África, a excepción de Marruecos- no cuentan todavía con ninguno. A partir de 2013 el Uruguay tiene el suyo.

Las directivas establecidas por la Red Internacional de Geoparques para los Parques Nacionales interesados en postular para dicha categorización son la pauta más clara de las características de estas áreas. Entre ellas destacamos: estar claramente delimitadas; ser suficientemente grandes como para que puedan servir al desarrollo socioeconómico y cultural local, especialmente a través del turismo; presentar sitios de interés geológico internacional, regional y/o nacional, la historia geológica de una región y los acontecimientos y procesos que la formaron; manejar un concepto integral de protección, educación y desarrollo sustentable y promover una sinergia entre geodiversidad, biodiversidad y cultura; establecer un sistema de gestión y manejo del área eficaz y un programa de implementación del mismo; ofrecer accesibilidad de los atractivos geológicos para los visitantes; proteger dichos atractivos mediante un sistema de gestión con participación conjunta de autoridades nacionales, la comunidad local, empresas privadas e instituciones educativas y de investigación

([http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/ciencias\\_de\\_la\\_tierra/Directrices\\_y\\_Criterios\\_Geoparques.pdf](http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/ciencias_de_la_tierra/Directrices_y_Criterios_Geoparques.pdf))

Coincidimos con *Carcavilla et al. (2007, op.cit.)* en que los geoparques constituyen la principal iniciativa geoturística a nivel internacional.

### 3. Geoturismo en el Uruguay ¿Es posible?

La declaración del área de las Grutas del Palacio como Geoparque de UNESCO en 2013 despertó en el país un inusitado interés este tipo de turismo. Ese mismo año entró al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) como Monumento Natural.

Posiblemente el mérito de que un país “pequeño” –según la percepción cultural dominante en el Uruguay respecto al tamaño del territorio, en comparación con sus gigantes vecinos- y carente de atractivos geológicos o geomorfológicos espectaculares, hubiera logrado inscribir a un área en esta reducida lista a nivel mundial, fueron los motivantes de este hecho. Culturalmente hablando, el nuevo geoparque –siendo el segundo en Sudamérica- alimentó la idea de la excepcionalidad de lo nacional, hasta ahora fundamentada en el sistema político, la educación y el fútbol, pero que no tenía manifestaciones territoriales. Ello sumado a la asunción del geoparque como una oportunidad de desarrollo, dado que la zona se encuentra en el Departamento (división político-administrativa) de menor tamaño y población del país, con una producción básicamente ganadera y un IDH relativamente bajo.

En la página oficial de dicho Geoparque se consigna:

“Situado en la parte septentrional del Departamento de Flores, este geoparque es el primero de Uruguay que se incorpora a la Red Mundial. Las rocas del basamento cristalino del cratón del Río de la Plata se extienden por la casi totalidad del subsuelo del Uruguay y solamente afloran a la superficie en el sur y el este del país formando un peculiar paisaje de colinas, mientras que en el resto del territorio uruguayo ese basamento está recubierto por formaciones rocosas más jóvenes, volcánicas o sedimentarias, que sirven de sustrato a vastas praderas naturales de gran fertilidad. Las formaciones rocosas que se pueden ver en el geoparque son muy antiguas, ya que datan del Precámbrico, aunque también se pueden encontrar en él diversos tipos de rocas y sedimentos característicos de otros periodos geológicos. La parte septentrional del sitio posee diversos tipos de rocas sedimentarias del período Pérmico, como areniscas, ftanitas y ritmitas. La presencia de suelos lateríticos, con su característico color rojizo, se puede observar también en “Grutas del Palacio”, donde hay un pintoresco conjunto de cuevas. Esas cuevas forman un singular conjunto geológico con casi un centenar de columnas de unos dos metros de altura (<http://www.flores.org.uy/turismo/gruta.htm>).

Las descripciones de esta gruta, que constituyen el elemento emblemático del geoparque, son de larga data. Ya hace más de un siglo el geógrafo Orestes Araújo se refería de manera premonitara al destino geoturístico en que hoy se ha convertido, las describía como “una gruta digna de visitarse”, y refiriéndose a la polémica por entonces existente acerca de su origen, agregaba: “ ... mientras algunos afirman que esta construcción se debe al trabajo del hombre primitivo, otros aseguran que es obra de la naturaleza, no faltando quien sostenga que las columnas cilíndricas que hermean su entrada no son más que troncos de palmeras petrificados” (Araújo, 1912). Por su parte *Giuffra* (1935) la llama también Gruta de Marincho o Palacio de los Indios, describiéndola como sigue:

“Se ve . . . el perfil muy extraño, consistente en un ‘techo’ de 70 a 100 centímetros de espesor, descansando sobre ‘columnas’ gruesas, irregularmente distribuidas, de un espesor y de una anchura a veces más grandes que las de un hombre. En lugares interiores de la gruta, muy ramificados, se observa, entre dichas columnas, una arenisca floja, de color débilmente amarillo, calcárea, roca que no permite entrar más adentro.”

*Goso y Amorín (s.f.e.)* explican que:

“Estas cavernas constituyen una peculiar formación geológica conformada por una coraza de areniscas ferrificadas, que está sustentada por una centena de estructuras columnares de unos dos metros de altura, ala que se accede por varios metros en su interior. Desde el punto de vista geológico pertenecen al Geosuelo del Palacio (*Goso y Perea, 2003*). Geocronológicamente estas grutas presentan la peculiaridad que la sedimentación de las arenas ocurrió en el Cretácico superior, la ferrificación durante el Terciario temprano, siendo aún desconocido el comienzo del proceso que generó dichas cavernas.”

El Geoparque comprende también la localidad rupestre de Chamangá, en el propio Departamento de Flores. *Pastorino (2012)* indica que se trata de un área de 120 km<sup>2</sup>, donde se relevaron 43 pictografías –grafismos realizados sobre la roca mediante la aplicación de pigmentos- cuyos primeros hallazgos se remontan al año 1874. Algunas de ellas se destruyeron por acción humana, debido a la mentalidad dominante, que ha ignorado la presencia de las culturas indígenas en nuestro territorio, y a la explotación del granito en la zona. Fue en el 2010 cuando ingresó al SNAP, como Paisaje Protegido.

Entre el 21 y el 27 de marzo del presente año, durante la tradicional “Semana de Turismo” (denominación oficial de la Semana Santa) se celebró la “Primera Semana del Geoturismo en el Uruguay”, organizada por la Intendencia de Flores y el Geoparque Grutas del Palacio, que significó un gran éxito de público. El Departamento busca de ese modo posicionarse como destino turístico, siendo el geoturismo su estandarte.

¿Cuáles serían los elementos para hacer posible el desarrollo de esta modalidad del turismo en el país? Antes que nada es necesario tener en cuenta su geodiversidad. *González Gervasio (op.cit.)* señala que:

“a pesar de su pequeñez relativa, el Uruguay presenta un muestrario de un largo período de la historia de la Tierra, lo cual configura una geomorfología bien variada. Hay que tener en cuenta que la actual configuración del relieve –si bien es producto del modelado por el agua- ha resultado también de procesos más antiguos que tienen que ver con grandes desplazamientos, cambios en el nivel medio de los mares y variaciones climáticas”.

Al respecto *Chebataroff (1960)* sostiene que existen en el territorio nacional terrenos geológicos de todas las eras y de casi todos los períodos, estando en discusión la presencia de testimonios del Cámbrico o del Silúrico, los cuales serían posiblemente algunas calizas, mármoles y granitos jóvenes. El territorio pasó por varias épocas de vulcanismo, principalmente en el Precámbrico y el Triásico; de glaciaciones, siendo la principal la del Precarbonífero; de cambios climáticos, como el clima muy árido que reinó en el Triásico; de transgresiones marinas, las principales en la Devónico, en la Era Terciaria y Cuaternaria.

Una historia geológica que es remonta a unos 2.000 millones de años ha dejado testimonios que pueden constituir la base de un geoturismo, a diferentes escalas. Hay formas de escala paisajística como las lomas y colinas de pendientes pronunciadas, propias de la penillanura cristalina, que se remontan al Paleozoico cuando este territorio formaba parte del supercontinente Pangea; la zona serrana del este que es el resultado de la erosión de la cordillera de alturas semejantes al actual Himalaya, emergida hace 900 millones de años; la penillanura basáltica del norte del país, producto de las erupciones volcánicas y grandes derrames de lava del Mesozoico, 180 millones de años atrás. Otras zonas de escala regional, como la de los fósiles marinos en el Departamento de Durazno se explican por la transgresión marina acaecida en el Devónico, hace unos 400 millones de años.

Elementos a escala local, por su extrañeza, belleza escénica y/o valor científico tienen un potencial para el geoturismo. Con base en *Chebataroff (1969)* y *González Gervasio (op.cit.)* mencionaremos algunos. Los llamados “mares de piedra” son vastas acumulaciones de grandes bloques pétreos, de forma generalmente redondeada sobre afloramientos de roca madre, resultado de largos procesos erosivos, que arrastraron el exceso de los productos derivados de la meteorización del material rocoso, quedando los más resistentes. El más conocido es la mal llamada “Sierra” Mahoma en el Departamento de San José, con sus enormes bloques de granito, que remiten a una lluvia de meteoritos. Los cerros están esparcidos en todo el país y los hay de diferentes tipos. Tomando un criterio de atractivo paisajístico, los más interesantes son los denominados “cerros chatos”, caracterizados por tener la cima aplanada, compuesta de areniscas silicificadas, siendo comunes en la región norte. Geoformas

interesantes en la costa platense y atlántica son las barrancas acantiladas, moldeadas por la acción del oleaje, como las de Mauricio, de San Gregorio y de Atlántida. No existen en el país grutas con estalactitas y estalagmitas calcáreas, que constituyen tal vez la imagen más difundida de este tipo de geoformas. Sin embargo hay formas subterráneas cavadas por el oleaje, como las Grutas de la Ballena en Maldonado, que tienen un potencial geoturístico. Formas aisladas de disposición vertical, conocidas como “velas” o “torres”, pueden encontrarse en varios puntos del país. En esta categoría entra también la Piedra Pintada en el Departamento de Artigas, constituida por areniscas de origen eólico en una zona predominantemente basáltica.

*Salgado (2014)* entiende por recursos turísticos “aquellos elementos naturales, objetos culturales o hechos sociales que, mediante una adecuada y racionalizada actividad humana, pueden ser utilizados como causa suficiente para motivar el desplazamiento de una corriente turística”. Podemos considerar que existen recursos turísticos suficientes en el país, en base a su geografía física, como para construir a partir de ellos atractivos geoturísticos.

Teniendo en cuenta la estrecha relación existente en geoturismo, geodiversidad y geopatrimonio, debería comenzarse por inventar los recursos turísticos potenciales para el geoturismo, con un criterio preferentemente territorial, más que de elementos aislados. Asimismo deberá tenerse en cuenta la variedad del público que constituye la demanda, y asegurar la existencia de los servicios turísticos que los diferentes segmentos exigen: alojamiento, alimentación, intermediación, información y acogida (*Carcavilla et al., 2011, op.cit.*).

En el caso del geoturismo será un aspecto capital ofrecer al visitante los elementos que le permitan disfrutar de su estancia, ampliar su horizonte cultural y sensibilizarse acerca de la necesidad de conservarlo, ayudándolo a entender cómo se formó el lugar y cuál es su importancia. La tarea no es sencilla y requerirá de la “traducción” del lenguaje especializado de las Ciencias de la Tierra a uno más sencillo. Los centros de interpretación son un recurso muy utilizado actualmente con esa finalidad, así como la presencia de guías especializados.

Por último, con un enfoque de Turismo Sustentable hay que tener en cuenta dos componentes imprescindibles: la participación de la comunidad local y el apoyo de la comunidad científica.

El caso exitoso del Geoparque Grutas del Palacio puede servir como guía e incentivo para futuros emprendimientos hacia el desarrollo del geoturismo en el Uruguay.

#### 4. Bibliografía

- Araújo, O (1912) *Diccionario Geográfico del Uruguay*. Tipo-Litografía Moderna. Montevideo.
- Carcavilla, L., López-Martínez, J. y DURÁN J.J. (2007) Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Instituto Geológico y Minero de España. *Serie Cuadernos del Museo Geominero*, nº 7. Madrid. 360 p.



- Carcavilla, L., Belmonte Á., Durán ,J.J. e Hilario, A. (2011) Geoturismo: concepto y perspectivas en España. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2011, 19.1: 81-94
- Chebataroff J. (1960). *Tierra Uruguaya. Introducción a la Geografía Física, Biológica y Humana del Uruguay*. Librería Talleres Don Bosco. Montevideo.
- Chebataroff J. (1969). *Relieve y costas*. Editorial Nuestra Tierra. Montevideo. Colección Nuestra Tierra Nr. 3.
- Díaz-Gómez Guillamón, J.A. (2015) Geoturismo en Fortuna. Sus aptitudes desde la perspectiva didáctica. Tesis para Máster Universitario en Educación y Museos. Patrimonio, identidad y mediación cultural. Tesis. Universidad Disponible en: <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/46010/1/Geoturismo%20en%20Fortuna.%20Sus%20aptitudes%20desde%20la%20perspectiva%20did%C3%A1ctica.pdf>. [Consultado el 6/5/2016]
- Escuela Universitaria de Turismo de Murcia (S.f.e.) El turismo. Concepto, definiciones e importancia actual. Disponible en: <http://www.um.es/aulasenor/saavedrafajardo/apuntes/2012/turismo/Turismo1c.pdf> [Consultado el 5/5/2016]
- Fernández, G., Ramos, A., Valenzuela, S. y Ricci, S.(2015). Geodiversidad, patrimonio minero y geoturismo: propuesta de parque geomínero en Argentina. *Rev. Turismo y Sociedad*, vol. xvii, julio-diciembre 2015, pp. 17-37. Disponible en: [revistas.uexternado.edu.co/index.php/tursoc/article/download/5047](http://revistas.uexternado.edu.co/index.php/tursoc/article/download/5047). [Consultado el 7/5/2016]
- Geoparque de Sobrarbe. Disponible en [www.geoparquepirineos.com](http://www.geoparquepirineos.com) [Consultado el 6/5/2016]
- Giuffra. E. (1935) *La República del Uruguay*. Libreros-Editores A. Monteverde y Cía. Montevideo.
- Global Geoparks Network. Disponible en <http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/list/index.htm> [Consultado el 7/5/2016]
- González-Gervasio, A. (2014) A. *Espacio turístico determinado por las geoformas*. Disponible en: <http://www.iutus.org/zona-usuarios/Espacio%20geografico%20turistico/archivos-Materiales%20Obligatorios/Tema2.-%20Espacio%20turistico%20determinado%20por%20las%20geoformas.%20Geoturismo.pdf>. [Consultado el 7/5/2016]
- Goso C. y Amorín B. Grutas del Palacio: primer patrimonio geológico del Uruguay gestionado como geoparque. Disponible en: [http://www.unesco.org/uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/ciencias\\_de\\_la\\_tierra/Geoparques\\_2011/Uruguay.pdf](http://www.unesco.org/uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/ciencias_de_la_tierra/Geoparques_2011/Uruguay.pdf). [Consultado el 9/5/2016]
- Intendencia de Flores. *Geoparque Mundial “Grutas del Palacio” (Uruguay)*. Disponible en: <http://www.flores.org.uy/turismo/gruta.htm>. [Consultado el: 8/5/2016]
- Instituto Geológico y Minero de España. Patrimonio geológico. Disponible en: <http://www.igme.es/patrimonio/default.htm>. [Consultado el 8/5/2016]
- Montesso-Neto V. Geodiversidade, geoconservação, geoturismo, patrimônio geológico, geoparque: novos conceitos nas geociências do século XXI. VI Congreso Uruguayo de Geología.2010. Disponible en [http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/45/054/45054886.pdf](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/054/45054886.pdf). [Consultado el 8/5/2016]
- Moreira , J. Geoturismo: uma abordagem histórico-conceitual. *Turismo e Paisagens Cársticas* 31(1) 2010: 1-6. Disponible en: [http://www.sbe.com.br/ptpc/tpc\\_v3\\_n1\\_005-010.pdf](http://www.sbe.com.br/ptpc/tpc_v3_n1_005-010.pdf) [Consultado el 7/5/2016]
- Nieto, L. M. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. (2001). *Boletín Geológico y Minero*, Vol. 112, Núm. 2, pp. 3-12. ISSN: 0366-017. Disponible en: [http://www.igme.es/Boletin/2001/112\\_2-2001/1-ARTICULO%20%20GEODIVERSIDAD.pdf](http://www.igme.es/Boletin/2001/112_2-2001/1-ARTICULO%20%20GEODIVERSIDAD.pdf). [Consultado el 7/5/2016]
- Pastorino, M.C. (2012) El debate acerca de la Prehistoria. Las pictografías de Chamangá. En: SALOM Ana (Coord.) *Andares. Territorios, saberes, experiencias*. ANII – CEP-UTU. Montevideo.
- National Geographic Society. *Geotourism*. Disponible en: <http://travel.nationalgeographic.com/travel/geotourism/about/>. [Consultado el 6/5/2016]

Newsome, D., & Dowling, R. K. (2006). The Scope and Nature of Geotourism. In Ross K. Dowling & David Newsome (Eds.), *Geotourism* (pp. 3-25). Elsevier Butterworth-Heinemann. Oxford; Burlington, MA

Salgado, E. (2014). Los recursos turísticos. Disponible en: <http://www.iutus.org/zona-usuarios/El%20mundo%20del%20turismo/archivos-Materiales%20Obligatorios/Los%20recursos%20turisticos.pdf>. [Consultado el 8/5/2016]

Servicio Geológico Colombiano. (Diciembre 2015). Guía de Buenas Prácticas para la gestión del patrimonio geológico y paleontológico de Colombia. Disponible en: [http://www2.sgc.gov.co/Geologia/archivos/GUIA-DE-BUENAS-PRACTICAS\\_Mar\\_2016.aspx](http://www2.sgc.gov.co/Geologia/archivos/GUIA-DE-BUENAS-PRACTICAS_Mar_2016.aspx) [Consultado el 7/5/2016]

UNESCO. Red Mundial de Geoparques. Directrices y criterios para Parques Nacionales interesados en recibir asistencia de UNESCO para integrar la Red Mundial de Geoparques . Disponible en: [http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/ciencias\\_de\\_la\\_tierra/Directrices\\_y\\_Criterios\\_Geoparques.pdf](http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/ciencias_de_la_tierra/Directrices_y_Criterios_Geoparques.pdf). [Consultado el 9/5/2016]

Viaje a la sostenibilidad. Declaración de Arouca. Disponible en: <http://turismo-sostenible.net/documentos/declaracion-de-arouca> [Consultado el 6/5/2016]



## ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA PAISAGEM NA RESERVA DA BIOSFERA DO BIOMA CERRADO

T. Ponciano<sup>(a)</sup>, K. M. S. de Faria<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás  
tassiaponciano@gmail.com

<sup>(b)</sup> Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás  
karlamsfaria@gmail.com

### Resumo

A II Fase da Reserva da Biosfera do Bioma Cerrado apresenta altíssima importância biológica, contém importantes unidades de conservação, porém está sob forte pressão de duas frentes de expansão da fronteira agrícolas. O objetivo do artigo é o de avaliar o estado de conservação da paisagem desta área, considerando a fragmentação da vegetação remanescente com base em índices descritores da paisagem. Os dados obtidos indicam que a região apresenta elevados níveis de fragmentação da paisagem, com predomínio de fragmentos pequenos em todas as classes de remanescentes e a representatividade da área dos fragmentos pequenos são consideravelmente mais expressivos em área do que as áreas dos fragmentos grandes.

**Palavras chave:** Fragmentação, Uso e cobertura do solo, Estrutura da paisagem, Vão do Paraná.

### 1. Introdução

O Bioma Cerrado conhecido internacionalmente como Savana Neotropical é um 34º *hotspots* mundiais (Myers *et al.*, 2000) que se destaca como segundo maior bioma brasileiro (Klink; Machado, 2005). Individualiza-se por apresentar rico mosaico vegetacional distribuído em fitofisionomias florestais, arbustiva e graminosa (Ribeiro; Walter, 2008), que por localizar-se na porção central do território brasileiro acaba realizando conexão com outros biomas, fato que o faz rico em termos de biodiversidade, mas que não está distribuída em caráter homogêneo ao longo do espaço (Machado *et al.*, 2008).

O processo de ocupação da região foi fomentado, a partir da década de 1940, diretamente por políticas governamentais pelo processo de expansão da fronteira agrícola proveniente da região sul-sudeste do Brasil (Carrijo, 2008). As áreas preferencialmente ocupadas apresentavam solos facilmente corrigidos com técnicas de calagem e declives entre 0 a 6% propícias a mecanização (Carvalho, et al., 2009). Em quarenta anos a região passou a deter alta produtividade agrícola, destacando-se internacional na produção de grãos e carnes, e consequentemente apresenta altos índices de fragmentação da vegetação original. Conforme dados do Ministério do Meio Ambiente a área de cobertura vegetal natural correspondia em 2010 a 51,16% da área total.

As maiores e contínuas manchas de vegetação remanescente ficaram restritas à porção norte do Bioma Cerrado, onde a Organização das Nações Unidas para a Educação a Cidadania e a Cultural (UNESCO) definiu as áreas de maior endemismo a chamada Reserva da Biosfera do Cerrado (RBC), implantada em três etapas: 1ª Etapa - circunscrita ao território do Distrito Federal; 2ª Etapa - Nordeste do estado de Goiás (Fase II); e a 3ª Etapa - unidades de conservação da região do Jalapão.

Para Ganem (2007), a reversão do atual quadro de devastação e fragmentação do Cerrado é possível com a revisão do modelo de ocupação, o que induz estudos, em escalas de semi-detalle e detalhe para avaliar de forma integrada o processo de fragmentação, perda de biodiversidade e desenvolvimento econômico, contribuindo, portanto, para colaborar com planejamento territorial considerando as condições de resiliência do ambiente natural e possibilitar aplicações com a preservação da natureza (Klink, 1981).

A região do Nordeste Goiano apresenta altíssima importância biológica, contém importantes unidades de conservação (Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Área de Proteção Ambiental das Nascentes do Rio Vermelho, Parque Estadual de Terra Ronca), grandes manchas de vegetação original, porém apresenta carência de estudos que favoreçam políticas adequadas de ocupação, uma vez que a região nos últimos anos tem se transformado rapidamente sob o encontro da pressão das fronteiras agrícolas vindas do sudoeste da Bahia e do sudeste goiano. Atividades antrópicas tais como extração de carvão, implantação de pastagens, empreendimentos hidrelétricos e aumento de crescimento populacional têm comprometido a qualidade e integridade ambiental da região em questão (Felfili *et al.*, 2005; Ferreira *et. al.*, 2009).

A utilização de modelagem da paisagem por meio de métodos e índices que descrevem a configuração espacial da paisagem fornecem suporte para análise da complexidade das relações geoecológicas e da estrutura da paisagem em regiões do Bioma Cerrado. O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e métricas da paisagem na região do sul do bioma Cerrado possibilita avaliar índices de degradação e conservação da paisagem e já foi testado nas pesquisas de Faria *et al.*, (2012); Carneiro (2012) e Siqueira (2012), entre outras.

Portanto, o objetivo deste artigo é o de avaliar o estado de conservação da paisagem da reserva da Biosfera considerando a fragmentação da vegetação remanescente com base em índices descritores da paisagem.

## 2. Materiais e Métodos

### Área de estudo

A II Fase da Reserva da Biosfera coincide com a unidade administrativa da microrregião do Vão do Paranã, localizada a nordeste do Estado de Goiás. Esta microrregião possui aproximadamente 17.388,88 km<sup>2</sup> de área total, constituída por 12 municípios (Divinópolis, São Domingos, Flores, Iaciara, Guarani, Posse, Mambai, Buritinópolis, Simolândia, Alvorada do Norte, Damianópolis e Sítio D'abadia) (Figura 1) e, segundo o Censo 2010 do IBGE cerca de 104.388 habitantes.

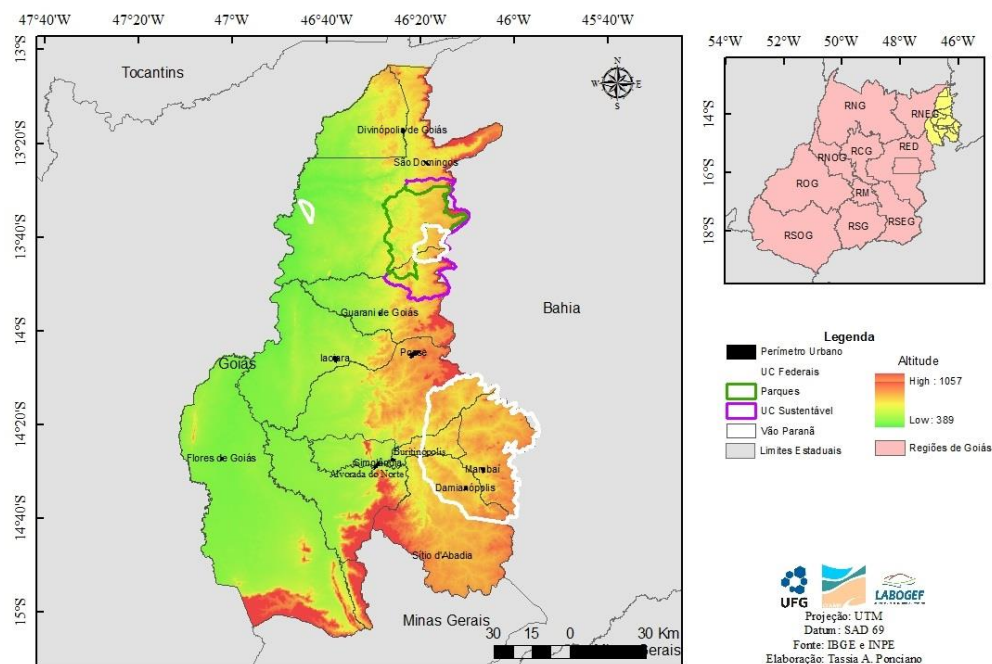


Figura 1. Mapa de localização da Microrregião do Vão do Paranã. Fonte: Ponciano (2016).

Esta área é caracterizada com superfície e aplanamento interplanáltica com altitude variando ente 400 a 600m (Correia *et al.*, 2001), onde desenvolveram rico mosaico pedológico, corresponde aos Latossolos, Argissolos, Cambissolos, Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, e afloramento rochosos (Moreira, 1995), o uso predominante no entanto é o de pastagens, entretanto a expansão da fronteira agrícola para esta região tem promovido o desenvolvimento mudança no padrão do uso com atividades de silvicultura, monoculturas.

### Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos envolveram o mapeamento de uso e ocupação do solo para região, a partir de imagens orbitais do sistema *Landsat*. As imagens correspondem ao período de

seca do ano de 2015 e foram classificadas no ArcGis, após definição de chave de classificação por método supervisionado e corrigidas com base em dados de campo.

A análise da estrutura da paisagem foi feita com base em métricas de fragmentação que analisa o grau de ruptura de uma unidade na paisagem inicialmente contínua (Metzger, 2003; MacGarial e Marks, 1995).

MacGarial e Marks (1995) afirmam que as métricas da paisagem podem ser classificadas em duas abordagens: métricas quantitativas, que são usadas para relacionar espacialmente manchas e matriz que constituem a paisagem, ou em qualitativas em nível de paisagem.

Dentre o universo de métricas que podem ser analisada, optou-se pelas métricas/ índices: **CA** (Área Total da Classe) é a soma da área de todos os fragmentos da classe; a métrica **CPLAND** (Porcentagem de Área Central na Paisagem) é a área central total da classe dividida pela área total da paisagem; a métrica **NP** (Número de Fragmentos) é o número de fragmentos da classe correspondente e a métrica **NP/Área** (Número de Fragmentos/Área) é relação do número de fragmento da classe e tamanho do fragmento. Tais métricas foram analisadas em formato vetorial, utilizando a extensão V-LATE (Vector-based Landscape Analysis Tools Extension), disponível para o software ArcGis.

### 3. Resultados e Discussão

O processo de fragmentação da vegetação implica em efeitos que reduzem a quantidade de habitats, o tamanho e isolamento das manchas remanescentes, assim como perda da biodiversidade em condições locais e regionais em médio e longo prazo (Farina, 1998; Pivello, 2005).

A avaliação do mapeamento do uso e cobertura do solo de 2015 (Figura 2) possibilitou a identificação das Formações Campestre, Savânica e Florestal, típicas do Bioma Cerrado e as classes de usos antrópicos: área urbana, agricultura, pastagem e solo exposto.

A porção leste da microrregião que apresenta área com relevo mais movimentado contém a maior concentração de vegetação remanescente, que coincidem com a presença das Unidades de Conservação Estaduais e Federais; na porção oeste se encontram as áreas de maior impacto antrópico, com predominância da agricultura e pastagens. Assim, como nas pesquisas desenvolvidas por Faria *et al.*, (2012); Carneiro (2012) e Siqueira (2012) na porção sul do bioma Cerrado, áreas preservadas tendem a serem associadas a declives mais acentuados, inverso as regiões de declive suaves onde predomina usos antrópicos.

A análise quantificada dos usos encontrados (Tabela 1), obtida pelo tratamento estatístico das métricas da paisagem, indica que os remanescentes de Cerrado (Formação Campestre, Formação

Florestal e Formação Savânica) representam juntas aproximadamente 59% da área total, sendo a grande maioria representada pela Formação Savânica (33,33%); enquanto os usos antrópicos representam aproximadamente 38% da área total, com predominância de pastagens, ocupando 17% da área.

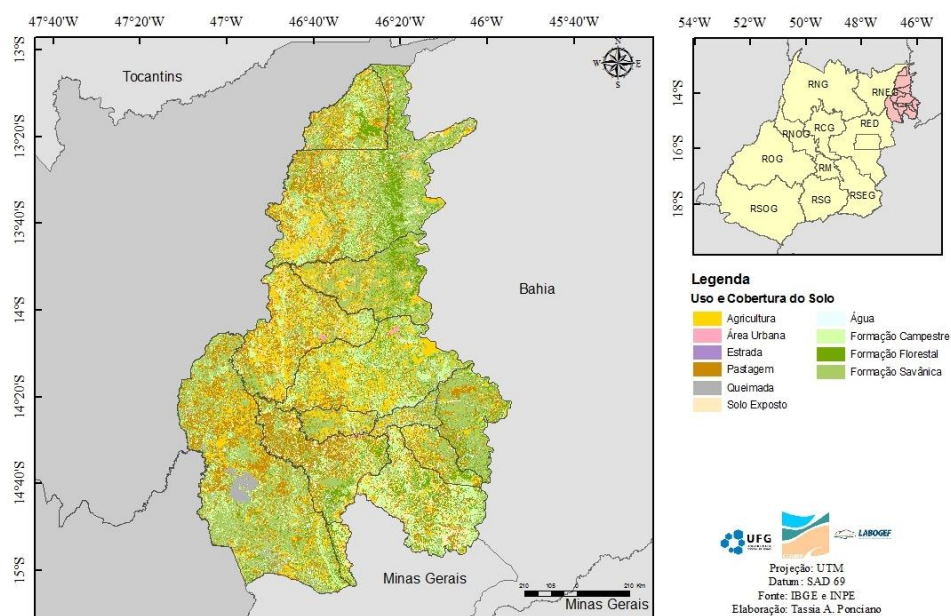


Figura 2: Mapa de uso e ocupação do solo da área de pesquisa. \*Fonte: Ponciano (2016).

Tabela I- Métricas da paisagem: Número de Fragmentos (NP), Área total da classe (CA) e Porcentagem na paisagem (CPLAND), da área total.

	Classe de Uso	NP	CA (h)	CPLAND%
Vegetação Remanescente	Formação Campestre	370.289	280.255,74	16,12
	Formação Florestal	202.765	164.012,40	9,44
	Formação Savânica	616.513	579.339,74	33,33
	<b>Subtotal 1</b>	<b>1.189.567</b>	<b>1.023.607,88</b>	<b>58,88</b>
Áreas Antrópicas	Agricultura	269.635	254.827,98	14,66
	Área Urbana	1.127	2.922,54	0,17
	Pastagem	338.164	310.723,88	17,87
	Solo Exposto	88.407	91.444,74	5,26
	<b>Subtotal 2</b>	<b>697.333</b>	<b>659.919,15</b>	<b>37,96</b>
Outros Usos	Água	36.505	30.808,91	1,77
	Estrada	7.910	5.208,66	0,3
	Queimada	18.616	18.793,24	1,08
	<b>Subtotal 3</b>	<b>63.031</b>	<b>54.810,81</b>	<b>3,15</b>
	<b>Total (Somatório dos Subtotais)</b>	<b>1.949.931</b>	<b>1.738.337,84</b>	<b>100</b>

Fonte: Mapa de uso do solo. Organização: Ponciano (2016).



A Formação Savânica caracteriza-se pela presença de árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem formação de dossel contínuo (Ribeiro; Walter, 2008) e a predominância, dentre os usos antrópicos de pastagens pode ser uma das principais causas da fragmentação da vegetação dessa formação, que apresenta o maior número de manchas (NP) na região avaliada. O estrato vegetativo dessa formação permite que o gado adentre a vegetação promovendo degradações nas bordas e no interior da mancha com a abertura de clareiras, comprometimento da vegetação de sub-bosque, alteração na biota do solo (Carvalho, et al., 2009; Alves et al., 2011; Faria, et al., 2012). Tais alterações contribuem para irregularidades na forma e área do fragmento, comprometendo a manutenção da biodiversidade (Saunders, *et al.*, 1991).

As demais formações Campestres (16,12 % da área) e Florestais (9,44 da área) também se sujeitam à esses impactos, e deve-se avaliar a influência dessas atividades com maior atenção à tais formações, pois as formações campestres caracterizam-se pelo predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, faltando árvores na paisagem, enquanto a formação florestal pela predominância de espécies arbóreas, com formação de um dossel contínuo ou descontínuo (Ribeiro; Walter, 2008). Mas, em ambas as formações além do alto índice de diversidade biológica há ocorrência de fisionomias em particularidades ambientais específicas, como afloramentos rochosos e ambientes cársticos.

A classe de agricultura corresponde a 14,66% da área e no mapeamento verificou-se que ainda são poucas as grandes áreas de monoculturas. Existe um grande número de assentamentos na região que foram estimulados para o processo de ocupação da área bem como em atendimento a políticas de reforma agrária. A presença desses assentamentos possibilita a tipificação de regiões com alto nível de antropização, fragmentação da vegetação natural e a tipificação de paisagens quadriculadas (Lang; Blaschke, 2009).

Os demais usos mapeados (Solo exposto, área urbana, água, estrada e queimada) correspondem juntos a 8,58% da área e encontram-se distribuídos por toda a região. Destaca-se uma região mapeada como queimada na porção sul da área de estudo. Tal localidade corresponde a uma das zonas identificadas por Faria et al., (2014) de alto risco a ocorrência de incêndios, em função da declividade, proximidade das estradas e formação campestre predominante.

É notável que a relação entre tamanho da área e o número de fragmentos é inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a extensão da área, menor é o número de fragmentos. A área estudada apresenta uma concentração de fragmentos remanescentes com área menor que 10 hectares para todas as fisionomias (Tabela II). Este padrão também já havia sido identificado na porção sul do estado de Goiás (Carneiro, 2012; Siqueira, 2012).

O destaque também é da Formação Savânica, com maior presença tanto de fragmentos com área menor que 10 hectares, mas também por apresentar maior concentração de fragmentos com área superior a 50 hectares (Tabela II).

Tabela II- Métricas da paisagem: Número de fragmentos por classe de uso e classe de tamanho.

<b>Número de fragmentos por classe de uso</b>			
<b>Tamanho da Área (ha)</b>	<b>Formação Campestre</b>	<b>Formação Florestal</b>	<b>Formação Savânica</b>
<1ha	168606	118890	268352
1-10ha	19718	11813	36939
10-50ha	1555	1042	2485
50-100ha	159	96	280
>100ha	122	38	158
<b>Total</b>	<b>190160</b>	<b>131879</b>	<b>308214</b>

Fonte: Mapa de uso do solo. Organização: Ponciano (2016).

Essa crescente densidade de fragmentos, principalmente os composto por menor área, nos remanescentes do Cerrado, leva a acreditar que essa área se encontra em um alarmante nível de fragmentação da paisagem. Essa situação remete que esses fragmentos um comprometimento/insuficiência à manutenção da biodiversidade, além de um desequilíbrio ecológico nessas áreas. Uma vez que os efeitos da fragmentação, como a redução das áreas de remanescentes pode levar a uma diminuição na quantidade de espécies e no tamanho das populações, levando espécies, principalmente de maior porte, a extinção (Saunders, et al., 1991)

No entanto, o número de fragmentos não deve ser analisado isoladamente, pois quando se avalia a representatividade da área dos fragmentos inferiores a 10 hectares, verifica-se que são consideravelmente mais expressivos em área do que as áreas dos fragmentos maiores que 10 hectares.

#### 4. Considerações Finais

A partir das análises dos resultados obtidos nesta pesquisa pode se inferir que a região encontra-se com elevados níveis de fragmentação da paisagem e com predomínio de número de fragmentos pequenos em todas as classes de remanescentes. Situação a qual remete aos fragmentos a maiores efeitos, de composição e configuração, advindos do processo de fragmentação da paisagem. Problema que se intensifica, quando se nota que as áreas superiores são as de pequenos fragmentos, além destas estarem em maior número.

As maiores machas de vegetação remanescente estão localizadas em sua maioria nas UC's, o que reforça importância do planejamento, a manutenção e fiscalização, em função do alto nível de fragilidade ambiental característico do Bioma Cerrado e a pressão da expansão da fronteira agrícola. Ademais se deve ainda avaliar o padrão histórico de ocupação da área e da fragmentação.

## 5. Referências

- Alves, T. S; Campos, L.L.; Neto, N. E.; Loureiro, M. F. (2011). Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. *Acta Scientiarum. Agronomy*. Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347.
- Carneiro, G. T. (2012). *Processo de Fragmentação e Caracterização dos Remanescentes de Cerrado: Análise Ecológica da Paisagem da Bacia do Rio dos Peixes (GO)*. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.
- Carrijo, E. L. de O. (2008). *A expansão da fronteira agrícola no Estado de Goiás: setor sucroalcooleiro*. Dissertação de Mestrado em Agronegócios. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.
- Carvalho, F.M.V., de Marco, P., & Ferreira Junior, L. G. (2009). The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of Central Brazil. *Biological Conservation*, 142: 1392-1403.
- Correia, J. R. et al. (2001). *Caracterização de Ambientes na Chapada dos Veadeiros/Vale do Rio-Paraná: Contribuição para a Classificação Brasileira de Solos*. Planaltina: Embrapa Cerrados.
- Faria, K. M. S. et al. (2012). Análise geoecológica da conservação ambiental das sub-bacias do Rio Claro (GO) e do Rio Garças (MT). *Revista Nordestina de Ecoturismo*, Aquidabã. Vol.5, n.1.
- Faria, K. M. S. Neto, G.S.B.; Santos, R. A. (2014). Avaliação Multicriterial Com Sistemas De Informações Geográficas Ao Risco De Incêndios Na Reserva Da Biosfera Do Bioma Cerrado. *Anais do VIII Simpósio Latino Americano de Geografia Física Aplicada*. pp-688-676.
- Farina, A. (1998). *Principles and methods in landscape ecology*. London: Chapman and Hall.
- Felfili, J.M., Souza-Silva, J.C., & Scariot, A. (2005). Biodiversidade, ecologia e conservação do cerrado: avanços e conhecimento. In A. Scariot, J.C. Souza-Silva, & J.M. Felfili (org), *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Ferreira Junior, L. G. et al. (2009). Dinâmica agrícola e desmatamentos em áreas de cerrado: uma análise a partir de dados censitários e imagens de resolução moderada. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 61/02.
- Ganem, R. S. (2007). *Políticas de conservação da biodiversidade e conectividade entre remanescentes de Cerrado*. Tese de doutorado. Centro de desenvolvimento sustentável. Brasília: Universidade Federal de Brasília.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biblioteca do IBGE. Acesso em: 03/2016.
- Klink, C. A. & Machado, R. B. (2005). A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, vol. 1, nº 1.
- Klink, H. J. (1981). *Geoecologia e regionalização natural: bases para a pesquisa ambiental*. São Paulo, IGEO – USP.
- Lang, S & Blaschke, T. Análise da paisagem com SIG. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- Machado, R.B.; Aguiar, L. M.S.; Castro, A.A. J.F.; Nogueira, C.C.; Ramos Neto, M.B. Caracterização da fauna e flora do Cerrado. In: Faleiros, F. G. Neto, A.L.F (Eds.). *Savana: Desafio e estratégia para o equilíbrio entre sociedade, agronegócios e recursos naturais*. Planaltina, Df: Embrapa Cerrados, 2008. p. 285-302.

- Mcgarigal, K., & Marks, B. J. (1995). *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep.
- Metzger, J.P. (2003). Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In JR. L. Cullen, R. Rudran, & C. Valladares-Pádua (Ed.), *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. (pp. 423-538). Curitiba: Ed. UFPR.
- Moreira, H. L. (Org.). (1995). *Zoneamento geoambiental e agroecológico do Estado de Goiás: região nordeste*. Rio de Janeiro: IBGE / Divisão de Geociências do Centro-Oeste.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent. J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Pivello, V. R. (2005). Manejo de Fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In *Cerrado*. Brasília: MMA/SBF.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B., T. (2008). As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M; Almeida, S.P. *Cerrado:Ecologia e flora*. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., & Margules, C.R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a reveiw. *Conservation Biology*. Pp.18-32.
- Siqueira, M. N. (2012). *Caracterização dos remanescentes de cerrado da sub-bacia do Rio Garças (MT): conservação, degradação e conectividade*. Dissertação de Mestrado em Geografia. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.



## APONTAMENTOS E REFLEXÕES SOBRE GESTÃO AMBIENTAL NA RESEX DO DELTA DO PARNAÍBA - MA/PI, BRASIL

F. W. D. Costa<sup>(a)</sup>; M. M. dos Passos<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> FCT/UNESP campus Presidente Prudente-SP  
geo.fwcosta@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/UNESP campus Presidente Prudente-SP  
mpassos86@gmail.com

### Resumo

O objetivo geral deste trabalho é fazer apontamentos e reflexões sobre a gestão ambiental da Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba, visando verificar a atuação dos agentes e sujeitos responsáveis no processo de gestão. A pesquisa foi realizada com base no método hipotético-dedutivo e em abordagem qualitativa descritiva, apoiados nos seguintes procedimentos metodológicos: levantamento e análise de material bibliográfico; pesquisa em sites especializados. Os resultados evidenciam que a Resex do Delta do Parnaíba possui vários instrumentos de gestão ambiental, mas se apresentam de forma ineficientes. O Plano de Manejo, considerado o principal desses instrumentos, ainda está concluído. A gestão ocorre pela atuação do Conselho Deliberativo, Gestão Participativa e Instrumento Emergencial para Ordenamento dos Usos na Resex do Delta do Parnaíba, além do projeto *Polos de Ecoturismo* que tem o propósito de promover “desenvolvimento” das comunidades locais na geração de serviços e renda.

**Palavras-chave:** Resex. Parnaíba. Gestão. Ambiental.

### 1. Introdução

O Delta do Parnaíba é uma área da zona costeira brasileira caracterizado por ser o único delta em mar aberto das Américas, sendo o divisor natural dos estados do Piauí e Maranhão, composto por mais de 75 ilhas. Do ponto de vista geológico-geomorfológico é uma área dinâmica e, sob a ótica ecológica se caracteriza pela presença de endemismos e alta biodiversidade. Recentemente, o Delta do Parnaíba passou a ser considerado uma região, potencial e prioritária, para o desenvolvimento do Ecoturismo no Brasil, de acordo com o Projeto *Polos de Ecoturismo* (EMBRATUR/IEB, 2002).

A região do Delta do Parnaíba é uma área de relevância para a preservação e conservação ambiental. Diante da riqueza físico-natural, como também social, cultural e histórico, que a partir da década de 1990, a área foi considerada de interesse ecológico. Para proteger a área, foram criadas a Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba em 1996, Reserva Particular do Patrimônio Natural Ilha do Caju em 1999 e a Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba<sup>1</sup> em 2000.

---

<sup>1</sup> Também pode ser chamada de Resex do Delta do Parnaíba.

A Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba criada em 16 de novembro de 2000, apresenta um conjunto de aspectos físicos-naturais como baías, floresta de manguezal, praias, ilhas, dentre outros, que formam um mosaico de beleza natural e formação de paisagem que potencializa a prática do ecoturismo na área de estudo. Mas, toda essa riqueza natural, somada com os atributos culturais e históricos deve ser preservada e monitorada, e uma das maneiras disso ocorrer é através da gestão ambiental pelos instrumentos que foram criados para gerenciar a área de estudo e que serão apresentados e discutidos neste trabalho.

Na construção do Plano de Manejo, principal instrumento de gestão da Resex do Delta do Parnaíba, deve conter a participação dos representantes do conselho deliberativo e os demais moradores (pescadores ou não), no que se denomina de gestão participativa ou compartilhada. Na ausência desse documento, está em trâmite, atualmente, um instrumento emergencial para ordenamento dos usos na Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba que vai subsidiar as atividades dentro da reserva.

Este trabalho tem como objetivo geral fazer apontamentos e reflexões sobre a gestão ambiental da Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba, visando verificar a atuação dos agentes e sujeitos responsáveis no processo de gestão. Tem como objetivos específicos indicar os principais instrumentos de gestão ambiental na Resex do Delta do Parnaíba e discutir como esses instrumentos são utilizados no processo de gestão da Resex do Parnaíba.

## **2. Metodologia**

A metodologia utilizada neste trabalho foi desenvolvida com base no método hipotético-dedutivo e na abordagem qualitativa descritiva, bem como em procedimentos metodológicos.

Para Spósito (2004, p. 24), o método hipotético-dedutivo é aquele “através do qual se constrói uma teoria que formula hipóteses a partir das quais os resultados obtidos podem ser deduzidos, e com base nas quais se podem fazer previsões que por sua vez, podem ser confirmadas ou refutadas”. Sendo assim, esse método foi utilizado para fazer apontamentos e reflexões sobre a gestão ambiental na Resex do Delta do Parnaíba, a partir da identificação de instrumentos de gestão ambiental na área de estudo, entretanto, apresentam-se ineficientes nesse processo de gestão da área de estudo.

Na abordagem qualitativa descritiva, os apontamentos e reflexões evidenciam que a gestão ambiental da Resex do Delta do Parnaíba deve ser um instrumento de política de proteção socioambiental, pois pode contribuir para o desenvolvimento local. Sendo uma pesquisa com enfoque qualitativo permitiu reconhecer e identificar como o tema irá se desenvolver, para que assim seja possível a construção da tese de doutoramento.

Para o complemento da pesquisa, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos metodológicos: levantamento e análise bibliográfica e pesquisa documental em órgãos que tem relação ou contribuíram com o tema deste trabalho, tais como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos - IMESC; Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis - IBAMA e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio (Maranhão e Piauí) e pesquisa em sites especializados em Unidades de Conservação.

### **3. Unidades de Conservação: base legal e instrumentos de gestão**

No Brasil a discussão sobre a proteção socioambiental decorre sobretudo com a criação da Política Nacional de Meio Ambiente em 1981, quando ocorreu maior representatividade na mudança no tratamento das questões ambientais já que procurou integrar as ações governamentais dentro da abordagem sistêmica, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (SANTILLI, 2005).

Após oito anos de discussão no legislativo desde a ECO-92, o projeto de lei que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) pela lei nº 9.985 de julho de 2000, na qual detalha os princípios da conservação e a necessidade de se avaliar as condições das categorias de Unidades de Conservação existentes no Brasil. O SNUC está sob a forma de lei a qual estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão dessas áreas, tornando-se o dispositivo legal que define os critérios e normas para a criação, implantação, gestão e o manejo das Unidades de Conservação.

De acordo com Brasil (2000), a Lei 9.985/2000 estabelece dois grupos de Unidades de Conservação: o grupo das *Unidades de Proteção Integral* com cinco categorias de manejo (Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre) e o grupo das *Unidades de Uso Sustentável* que contempla sete categorias (Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural).

Para discorrer sobre a temática proposta neste trabalho, enfatiza-se as Reservas Extrativistas como instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, inseridas pela Lei nº 7.804 de 1989 e sua criação e implantação regulamentadas pelo Decreto nº 98.897 de 1990. Atualmente estas Reservas são integrantes do Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza e incluídas nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável.

No Art. 18 da Lei nº 9.985 de 2000, está explícito que



A Reserva Extrativista é uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (BRASIL, 2000, p. 08).

No SNUC consta que Reservas Extrativistas são áreas ocupadas por populações tradicionais que vivem do extrativismo. As primeiras Reservas Extrativistas foram criadas em áreas florestais da Amazônia brasileira, sendo que a prática está centrada no extrativismo vegetal. Por outro lado, o Brasil também tem comunidades tradicionais que ocupam a zona costeira do país, utilizando-se dos recursos pesqueiros para sua sobrevivência. Deste modo, foi criada a modalidade denominada ‘Reserva Extrativista Marinha’, sendo denominada por Santos e Schiavetti (2013) como “segunda geração” das Reservas Extrativistas, relacionada à coleta animal, porém, ambas apresentam atividades tradicionalmente sustentáveis.

Santilli (2005) afirma que existe um princípio fundamental que deve orientar a interpretação jurídica do SNUC, indicando um sistema que visa proteger e conservar os recursos naturais e culturais associados, baseado na interação entre o homem e a natureza. Sendo assim, é a autora citada indica que, o ideal é que todas as Unidades de Conservação tenham um modelo de planejamento e gestão adequado à realidade da população local e específico para o ambiente natural onde à unidade foi criada.

Os programas de planejamento, gestão e manejo têm como objetivo a organização do espaço, incentivando a recuperação econômica e ecológica, buscando sempre a melhoria da população que vivem nas unidades (CAVALCANTI; VIADANA, 2007). O propósito é inserir nas Unidades o planejamento socioambiental, buscando sempre a preservação e a conservação dos recursos ambientais de um território e melhoria da qualidade de vida da população local. É apontado como um dos requisitos para o desenvolvimento de um sistema de gestão socioambiental. Um dos passos importantes que cada Unidade de Conservação deve dar para a efetiva proteção socioambiental, que inclusive estar na Lei 9.985/00 é a elaboração e execução do Plano de Manejo.

Os instrumentos de planejamento e gestão das Unidades de Conservação previstos no SNUC estão centrados na formação de um Conselho Consultivo ou Deliberativo, na gestão participativa e na elaboração do Plano de Manejo. Esses conselhos tem o objetivo de construir um espaço de discussão e negociação das questões socioeconômicas e ambientais da Unidade de Conservação e de sua área de influência, desempenhando papel importante no processo de gestão. O principal instrumento de gestão de uma UC é o Plano de Manejo, definido por Brasil (2000, p. 01) como

um documento técnico mediante o qual, com fundamentos nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o

uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade

Farias e Pires (2007) afirmam que o Plano de Manejo é necessário para uma gestão eficiente, uma vez que estabelece “afazeres” para se alcançar os objetivos de manejo das Unidades de Conservação. Além disso, o plano é dinâmico e deve ser sistematicamente revisto a fim de se adequar às novas realidades. O SNUC indica que todas as Unidades disponham de um Plano de Manejo, o qual deve ser elaborado no prazo de cinco anos após a sua criação, entretanto a maioria das Unidades não dispõe dessa ferramenta. É um instrumento indispensável para a gestão de uma UC. Entretanto, muitos deles são elaborados e abandonados, seja devido ao baixo potencial de utilização, baixos recursos ou ainda por apresentarem uma visão incoerente com os princípios de manejo da área. Sendo assim, o modelo de planejamento e gestão das unidades é um desafio futuro (MARQUES; NUCCI, 2007).

A participação da sociedade na implementação das políticas ambientais e, em especial, na gestão de Unidades de Conservação, está registrado na Lei n° 9985/2000 e no decreto de regulamentação e criação da UC e ambos falam superficialmente de normas e diretrizes relacionadas à democratização dos procedimentos de criação dessas áreas protegidas e de seus instrumentos de gestão. Isso faz com que os gestores de Unidades de Conservação tenham diferenciados entendimentos e práticas no que diz respeito à implementação e ao funcionamento dos conselhos.

Para fazer apontamentos e reflexões sobre a efetividade dos instrumentos de gestão da Resex do Delta do Parnaíba é importante, no primeiro momento, fazer uma caracterização físico-natural e social da área de estudo.

#### **4. Caracterização da Resex do Delta do Parnaíba**

O Delta do rio Parnaíba se estende por uma área de 2.700km<sup>2</sup>, com 65% pertencente ao território maranhense e 35% o Piauí, na direção Leste-Oeste indo da Barra do Iguaçu/PI à Barra de Tutóia/MA. É considerado um importante espaço da zona costeira brasileira, caracterizado como o único delta “em mar aberto” das Américas, formado por cinco barras (Igaracú, Canárias, Caju, Carrapato ou Melancieira e Tutóia), sendo composto por mais de 75 ilhas, classificadas como ilhas de aluvião, que se formam em águas calmas (SAVAGET, 2002). É um sistema sedimentar, que inclui a foz do rio Parnaíba do tipo delta; baías; manguezais; dunas; praias arenosas; restingas; marismas e apicuns (FUNDAÇÃO BIO RIO, s/d). O rio Parnaíba é divisor natural dos Estados do Piauí e Maranhão.

É uma área que está sobreposta de Unidades de Conservação, como por exemplo: Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, que abrange parte dos Estados do MA, PI e CE, apresentando uma área de aproximadamente 3.031 Km<sup>2</sup>; a Reserva Particular do Patrimônio

Natural Ilha do Caju com 7,6337 km<sup>2</sup> e a Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba (ZEE do Baixo Parnaíba, 2002). A Resex do Delta foi criada pelo Decreto s/n de 16 de novembro de 2000 e está localizada na região nordeste do Estado do Maranhão, precisamente na divisa entre os Estados do Maranhão e Piauí. Encontra-se delimitada pelos paralelos de 2°43'02" e 2°52'04" de latitude sul e os meridianos de 41°49'12" e 42°04'54" de longitude oeste (ZEE, 2002; IBGE, 2010). Está disposta na Mesorregião Leste Maranhense e na Microrregião do Baixo Parnaíba.

A criação da Resex está sustentada nos seguintes objetivos: proteger o delta dos rios que formam a APA, sua fauna e flora, os recursos hídricos; melhorar a qualidade de vida da população residente; fomentar o turismo ecológico e proteger as culturas tradicionais (IBAMA, 2002).

Por um percurso rodoviário, a Resex do Delta do Parnaíba está distante a 340km de Teresina, capital do Piauí e a 557km de São Luís, capital do Maranhão. A Resex está distante a 260 km em linha reta pelo litoral da capital do Maranhão. É composta pelos municípios de Araisos e Água Doce do Maranhão (MA) e Ilha Grande (PI).

De acordo com o ZEE do Baixo Parnaíba (2002), IBGE (2010) e Mattos (2006), a área da Resex do Delta do Parnaíba abrange uma área de 275,6 Km<sup>2</sup>, com 2.841 famílias e 3.600 habitantes, que vivem, em sua maioria, basicamente da pesca artesanal, da cata do caranguejo, sururu, ostras e da agricultura em pequena escala (FIGURA 01).

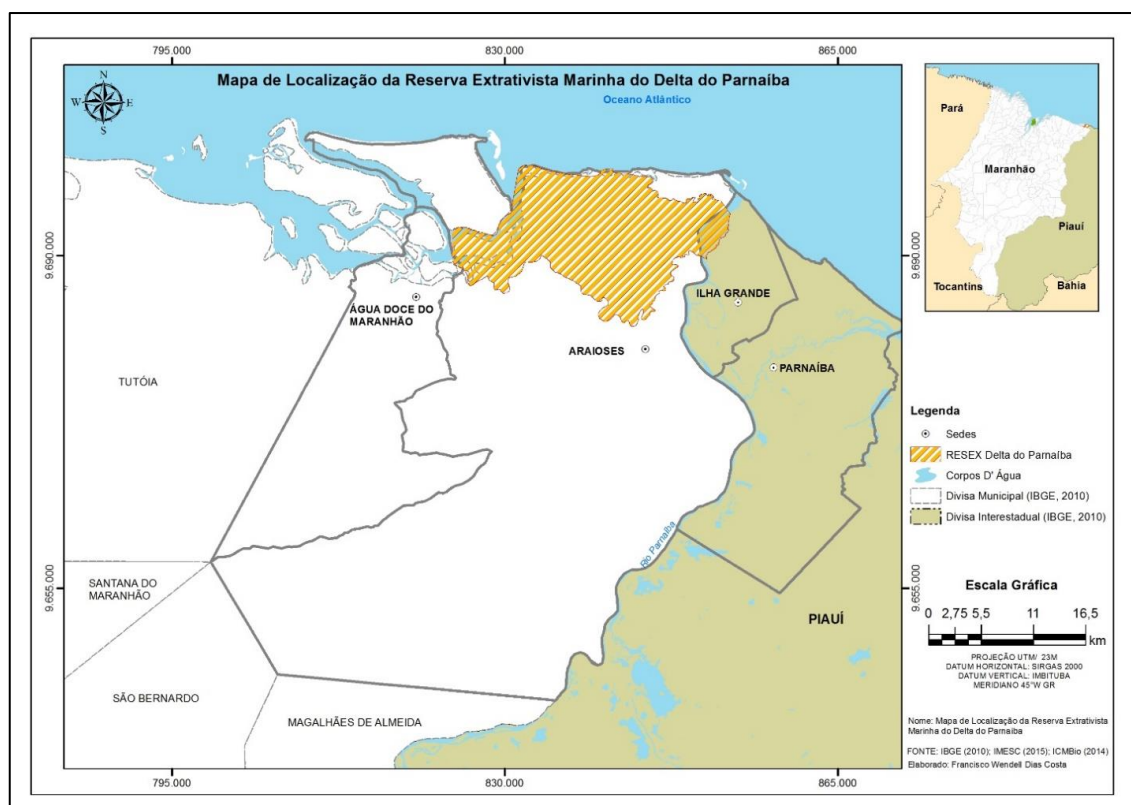


Figura 01 - Mapa de Localização da área de estudo.

A geologia da Resex do Delta do Parnaíba é caracterizada pela sequência sedimentar cenozoica de pequena espessura, quase totalmente por sedimentos argilosos e arenosos de origem fluvial e flúvio-marinha. Geomorfologicamente, a área de estudo, caracteriza-se por apresentar quatro padrões morfológicos: Planície Flúvio-marinho inundável; Dunas móveis e fixas; Superfície aplainada e Praias arenosas e lamosas (EL-ROBRINI, 2006 *et al*).

O clima da área estudada é classificado como Sub-Úmido, caracterizado por altas temperaturas médias anuais entre 25°C e 27°C (FEITOSA, TROVÃO 2006). A Vegetação é predominantemente composta por manguezais, intercalado por apicuns, marismas, vegetação de dunas e mata ciliares no percurso do curso de água doce. É uma área de transição dos ambientes marinho e dulcícola (ZZE, 2002, MATTOS, 2002).

Os aspectos naturais da Resex do Delta do Parnaíba são formados por um conjunto de ecossistemas, embutidos em foz do tipo delta, com presença de baías, manguezais, dunas, praias arenosas, restingas, marismas, apicuns, lagoas permanentes, além dos aspectos históricos e culturais que formam um cenário paisagístico (FIGURAS 02 e 03).



Figura 02 - confluência de dunas, recursos hídricos e vegetação.

Fonte: Registro da pesquisa, 2015.



Figura 03 - Floresta de mangue.

Fonte: Registro da pesquisa, 2015.

Becker (2002) e Mattos (2006) enfatizam que todo esse cenário potencializou a prática do turismo na área a partir da década de 1980, sendo intensificado na década de 1990, consolidando as proposições do estudo Zoneamento Ecológico Econômico-ZZE do Baixo Parnaíba (2002) e tendo o ecoturismo como a melhor opção para a área. Entretanto, é essencial que os instrumentos criados para a gestão da área de estudo sejam aplicados em prol de um equilíbrio entre natureza-sociedade.

## 5. Estratégias de Gestão Ambiental na Resex do Delta do Parnaíba

Gestão ambiental em Reservas Extrativistas Marinhas é o processo que busca equilibrar o planejamento, a coordenação e o controle dos componentes políticos, técnicos e operacionais e os sujeitos sociais, que incidem sobre a área de modo que os objetivos norteadores da existência da Unidade de Conservação sejam atendidos. Além disso, é um processo que reformula a implementação das políticas públicas de gestão territorial e ambiental no Brasil, voltadas para a proteção ambiental e melhoria da qualidade de vida da população, que vive em áreas costeiras, relacionando-as com a base sócio-histórico-cultural, (FOGLIATTI, FILIPPO, GOUDARD, 2004; BERCKER, 2006; FARIA, PIRES, 2007; DUMITH, 2012).

No conjunto de estratégias de gestão ambiental da Resex Delta do Parnaíba, por ser uma área marinha, destacam-se o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE-MA/PI); o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), com objetivos de planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa as atividades socioambientais (MORAES, 2007; BERTONE, MELLO, 2006).

O PNGC<sup>2</sup> e o Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto ORLA)<sup>3</sup>, propostos pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GIGERCO), devem contemplar o alinhamento da legislação e a articulação dos instrumentos legais existentes, assim como devem contemplar as ações dos diferentes sujeitos, que irão promover o uso e ocupação adequada do solo. Indicarão ainda as práticas sustentáveis, orientando a utilização racional dos recursos naturais de forma a contribuir para melhorar a qualidade de vida da população local e a proteção e conservação do patrimônio natural e socioeconômico da Resex do Delta do Parnaíba (SCHERER, 2007; PROJETO ORLA *Apud* SILVA, LIMA 2013).

O Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), implementado pelo Decreto nº 5.758/2006, reconheceu a importância de se estabelecer zonas vedadas à pesca (reservas marinhas) como ferramentas de gestão pesqueira, que deve ser adaptado à realidade da Resex do Delta do Parnaíba (MMA, 2010). Silva e Lima (2013) apontam também que o Projeto Maranhão do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro apresenta bases para o ordenamento da ocupação e uso da zona costeira maranhense a fim propor melhores indicadores de qualidade ambiental, indicando ações que visem um compartilhamento da gestão da área<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Moraes (2007) enfatiza que o Capítulo 17 da Agenda 21 traz uma discussão que zonas costeiras devem ser gerenciadas de modo integrado e sustentável, propondo aos Estados a criação de programas de gerenciamento costeiro e articulando e aprofundando com os governos municipais a concretização do Projeto Orla, sendo conduzido por uma legislação nacional. O PNGC foi atualizado e publicado o PNGC II em 03 de dezembro de 1997. Sobre a ação desse novo plano será discutido com mais precisão na produção escrita do texto da tese. Sendo atualizado e publicado o PNGC II em 1997.

<sup>3</sup> O Projeto Orla é um modelo de contribuição para gestão da zona costeira centrado na ação local, buscando a implantação e ação dos sujeitos sociais presentes no espaço de intervenção (*idem*).

<sup>4</sup> Macrozoneamento costeiro, Diagnóstico Ambiental do Golfão Maranhense; implantação do Sistema de Informações de Gerenciamento Costeiro (SIGERCO/MA) e divulgação do gerenciamento costeiro com as comunidades litorâneas

Além dos aparatos legais voltados para o gerenciamento costeiro, há também os instrumentos específicos de gestão nas Unidades de Conservação, os quais, foram escolhidos para o: Plano de Manejo, Conselho Deliberativo e a Gestão Participativa. Esses instrumentos de gestão sistematicamente devem ser atualizados a fim de se adequar às novas realidades.

A Resex do Delta do Parnaíba ainda não possui o Plano de Manejo, mesmo após 16 anos da criação de criação, divergindo sobre o que propõe o SNUC, o qual indica que todas UC devem ter esse documento no prazo de cinco anos. Na falta desse documento, está sendo produzido um levantamento socioeconômico da Resex do Delta do Parnaíba a fim elaborar uma série de atividades e documentos que poderão ser incorporados na versão final do Plano de Manejo. Vale destacar, também, que é importante a participação da comunidade tradicional local, notadamente, na elaboração e aplicabilidade do Plano de Manejo.

As Reservas Extrativistas ao serem incorporadas ao SNUC buscou estabelecer na proteção ao modo de vida e cultura da população residente, seu objetivo de criação. Essa tendência vai refletir no campo de disputas e conflitos entre as diferentes posições no movimento ambientalista e entre este e outros grupos que participaram do longo processo de discussão do SNUC (MEDEIROS, 2006), e fica ainda mais explicitada ao se analisar a mudança na concepção de gestão das Reservas Extrativistas, inserida com a obrigatoriedade dos Conselhos Deliberativos, que se contrapõe à forma como foram originariamente concebidas e defendidas.

Na Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba a formação do Conselho Deliberativo<sup>5</sup> foi concretizada com sucesso e periodicamente faz reuniões com os seus representantes e os demais moradores das comunidades para discutirem a finalização do Plano de Manejo e, buscarem possíveis medidas atenuantes para os problemas socioambientais que algumas comunidades enfrentam.

Como na Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba ainda não possui o Plano de Manejo devidamente concluído, entretanto possui um Instrumento Emergencial para Ordenamento dos Usos na Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba<sup>6</sup> criado desde 16 de outubro de 2013 na tentativa de orientar as atividades dentro do perímetro da área de estudo, atividades como: Regras Sobre Uso da terra; Pesca; Recurso Madeireiro (Mangue); Lixo; Regras Específicas (Cada Comunidade possui regras específicas).

---

e as administrações municipais e as ONG's, a fim de potencializa a gestão ambiental nos territórios costeiros do Maranhão.

<sup>5</sup> Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/portarias/RESEX%20Delta%20do%20Parnaiba%20de%2021%2005%202008.pdf>. Acedido em 24 de agosto de 2015.

<sup>6</sup> Disponível em [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2013/p\\_icmbio\\_240\\_2013\\_aprova\\_instrumento\\_e\\_mergencial\\_usos\\_resex\\_marinha\\_delta\\_do\\_parnaiba.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2013/p_icmbio_240_2013_aprova_instrumento_e_mergencial_usos_resex_marinha_delta_do_parnaiba.pdf). Acedido em 24 de agosto de 2015.

Outros instrumentos também podem contribuir para a gestão ambiental da Resex do Delta do Parnaíba, como aqueles que gerenciam a prática do turismo, sobretudo do ecoturismo que vem sendo desenvolvido com a participação e envolvimento da comunidade local, sendo considerado uma alternativa econômica e uma ferramenta para a conservação (COUTINHO, 2000).

Para melhor compreensão da atividade ecoturística na área de estudo, está em curso uma pesquisa sobre o *Programa Estratégico de Incentivo ao Ecoturismo nas Reservas Extrativistas* lançado pelo IBAMA em 2002, com ações relacionadas ao ecoturismo e turismo sustentável da Secretaria de extrativismo e desenvolvimento rural sustentável em parceria com o Ministério do Turismo. esse programa vem desenvolvendo e apoiando o ordenamento das atividades no país, com foco nas áreas naturais protegidas. Entre os objetivos programáticos desta iniciativa está a “Carteira de Projetos de Ecoturismo de base comunitária”, que tem por objetivo o fomento da participação das comunidades moradoras nas áreas de interesse, além da salvaguarda do patrimônio natural (MATTOS, 2015).

Para a área do Delta do Parnaíba, incluindo a Resex do Delta do Parnaíba, consideradas áreas em potencial e prioritária para o desenvolvimento do ecoturismo no Brasil, é desenvolvido o Projeto *Polos de Ecoturismo* (EMBRATUR-IEB, 2002). De acordo com *Zoneamento Ecológico Econômico do baixo Parnaíba* (ZEE do baixo Parnaíba, 2002), que inclui a Resex do Delta do Parnaíba, o Ecoturismo é considerado como a melhor opção para que a área tenha um ciclo de “desenvolvimento”, contribuindo para a possibilidade das comunidades tenham melhores condições de vida.

Segundo Coriolano (2002, p. 147), os benefícios econômicos do turismo deixados nas comunidades devem possibilitar a elevação do nível da qualidade de vida dos residentes, levando ao desenvolvimento local, o qual, segundo a autora, “implica na participação nas rendas geradas no local, a abertura às mudanças tecnológicas e a melhoria das atividades produtivas”.

Outras ações podem ser registradas no sentido de potencializar o ecoturismo na área de estudo, entre elas estão a campanha lançada pela Empresa de Turismo do Piauí (PIENTUR) “*Piauí, quanto mais se conhece mais se gosta*”; o Programa *Melhores Práticas para o Ecoturismo* – MPE/FUNBIO; a implantação do Conselho Gestor local do Programa *Polos de Ecoturismo*; Planejamento Turístico no Município de Araisos (MA), entre outros.

## 6. Considerações finais

Diante do exposto neste trabalho é importante verificar que os instrumentos que levaram à criação e os demais instrumentos de gestão ambiental da Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba se apresentam como mecanismos que podem possibilitar uma investigação mais aprofundada para a compreensão do processo de engajamento comunitário e para contribuir para

o esclarecimento e organização dos próprios moradores com respeito à referida Unidade de Conservação.

A inexistência de Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba constitui uma limitação grave para a gestão da área. Por conseguinte, deixa as comunidades vulneráveis com a chegada do ecoturismo e potencializa possíveis impactos na identidade e nos valores culturais existentes. A inexistência de regras para o funcionamento interno da Resex em questão dificulta uma possível articulação do ICMBio por uma proposta de gestão efetiva e da criação do Polo de Ecoturismo proposto pela EMBRATUR/IEB com propósito de promover “desenvolvimento” para a Resex do Delta do Parnaíba, deixando as comunidades à margem da implantação do Polo.

Foi observado também certa vulnerabilidade diante da intensificação do turismo na localidade, em consequência da valorização da região no cenário ecoturístico e o surgimento de propostas externas para o uso do espaço local. Esta constatação sugeriu refletir que, por mais que algumas categorias de Unidades de Conservação, no caso da Resex do Parnaíba, tragam em si a legitimação das populações locais, o modo como elas estão sendo replicadas no território, nem sempre é fruto de uma efetiva parceria de diálogo e construção.

Tendo em vista as peculiaridades apresentadas sobre a Resex do Delta do Parnaíba com a presença de aspectos físicos-naturais e população tradicional residente na área e seu acervo social, cultural e histórico potencializa o interesse turístico pela área e a formulação de políticas públicas para o desenvolvimento do ecoturismo. Dessa forma, tentou-se fazer apontamentos sobre a investigação a partir da análise das ações dos instrumentos de gestão ambiental que atuam na área de estudo.

Este trabalho é um recorte do projeto de pesquisa do Programa de Pós-graduação em Geografia que será ampliado para tese de doutoramento. A pesquisa está em fase de andamento e tem como foco investigar o papel exercido pelos agentes e sujeitos locais na implantação e consolidação da Reserva Extrativista Marinha do Delta do Parnaíba.

## Bibliografia

Becker, Olga Maria Schild. (2006). A reserva extrativista como instrumento de gestão territorial e ambiental. In: STEINBERGER, Marília (Org.). *Território, ambiente e políticas públicas espaciais*. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora. (pp. 349-369).

Bertone, Leonor Ferreira; Mello, Neli Aparecida de. (2006). Perspectiva do ordenamento territorial no Brasil: dever constitucional ou apropriação política? In: STEINBERGER, Marília (Org.). *Território, ambiente e políticas públicas espaciais*. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora, (pp. 125-150).

Brasil. *Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/03/leis/6938.htm>. [Acedido em 29 de março de 2013].



- Cavalcanti, Agostinho; Viadana, Alder Guilherme. (2007). *Organização do espaço e análise da paisagem*. Rio Claro: UNESP - IGCE.
- Coriolano, Luzia Neide M. T. (2002). *Do local ao global: o turismo litorâneo cearense*. 3. ed. Campinas: Papirus.
- Coutinho, Maria. (2000). *Ecoturismo: Reservas Extrativistas no Brasil e Experiências da Costa Rica*. Dissertação de me Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Dumith, Raquel de Carvalho. (2012). *A importância da gestão compartilhada e das áreas marinhas protegidas para sistema socioecológico da pesca artesanal: o caso das reservas extrativistas marinhas*. In: Revista GeoTextos, vol. 8, n. 2, dez. 2012. Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/6281/4664>. [Acedido em 20 de janeiro de 2015].
- El-Robrini, Maamar *et al.* (2006). *Maranhão: erosão e progradação do litoral brasileiro*. Brasília: MMA. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/sigercom/ma-erosaopdf>. [Acedido em 25 de novembro de 2008].
- Embratur-IEB. (2001). *Pólos de Ecoturismo- Planejamento e Gestão*/ Guilherme Wendel de Magalhães coordenador. São Paulo: Terragraph.
- Faria, Helder Henrique de; Pires, Andréa Soares. (2007). Atualidades na Gestão de Unidades de Conservação. In: ORTH, Dora. DEBETIR, Emiliana (Orgs.). *Unidades de Conservação: gestão e conflitos*. Florianópolis: Insular, 2007. (pp. 11-42).
- Feitosa, A. C.; Trovão, J. R. (2006). *Atlas Escolar do Maranhão: Espaço histórico e cultural*. João Pessoa: Editora Grafset.
- Fogliatti, Maria Cristina; Filippo, Sandro; Goudard, Beatriz. (2004). Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte. São Paulo: Editora Interciência.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2001). *Roteiro metodológico para a gestão de área de proteção ambiental*. Brasília: Edições IBAMA.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. *Cidades - Censo 2010*. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=21&search=maranhaoeipiaui>. [Acedido em 14 de março de 2016].
- Marques, Anésio da Cunha; Nucci, João Carlos. (2007). *Planejamento, gestão e plano de manejo em Unidades de Conservação*. In Revista Ensino e Pesquisa (União da Vitória), v. 4, (pp. 33-39).
- Mattos, Flávia Ferreira de. (2006). *Reservas morais: estudo do modo de vida de uma comunidade na Reserva Extrativista do Delta do Parnaíba*. Dissertação de Mestrado. Seropédica (RJ): Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas e Sociais.
- \_\_\_\_\_. (2015). *Unidades de Conservação, Turismo e Inclusão Social: O caso da RESEX Marinha do Delta do Parnaíba*. p. 17. In <http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT16-834-588-20080517142534.pdf>. [Acedido em 02 de março de 2016].
- Moraes, Antonio Carlos Robert. (2007). *Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma Geografia do litoral brasileiro*. São Paulo: Annablume.
- Santilli, Juliana. (2005). *Socioambientalismo e novos direitos: proteção jurídica à diversidade biológica e cultural*. São Paulo: Petrópolis, 2005.
- Santos, Cleverson Zapelini; Schiavetti, Alexandre. (2013). *Reservas extrativistas marinhas do Brasil: contradições de ordem legal, sustentabilidade e aspecto ecológico*. In Boletim Instituto de Pesca. São Paulo. (pp. 479-494). Disponível em [http://ftp.sp.gov.br/ftppesca/39\\_4\\_479-494.pdf](http://ftp.sp.gov.br/ftppesca/39_4_479-494.pdf). [Acedido em 12 de janeiro de 2015].
- Scherer, M.; Sanchesm.; Negreiros, D. H. (2009). *Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas no Brasil: um diagnóstico*. Red Iberoamericana de Manejo Costeiro.
- Silva, Jessyca Ferreira da; Lima, Cristiane dos Santos. (2013). *Expansão urbana na zona costeira de São Luís-MA: a gestão ambiental inserida no gerenciamento costeiro*. In Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador-BA.
- Spósito, Eliseu Savério. (2004). *Geografia e filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico*. São Paulo: UNESP.

ZEE. (2002). *Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba: subsídios técnicos, relatório final*. Brasília.

**Vídeo Consultado:**

“Pólo de Ecoturismo Delta do Parnaíba”. (2002). Produção: Raiz Savaget comunicações e Realização: Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. MMA.



# **A CONTRIBUIÇÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS DO ESTADO DO ACRE PARA O CONTROLE DO DESMATAMENTO FRENTE À FORMAÇÃO DOS EIXOS DE INTEGRAÇÃO E CORREDORES REGIONAIS**

M. A. Rodrigues<sup>(a)</sup>, A. C. Vitte<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

marco.rodrigues777@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

acarlosvitte@gmail.com

## **Resumo**

O estado do Acre está localizado na Amazônia Brasileira, tendo como limites fronteiriços Peru e Bolívia. Sua área desmatada é 21.613 km<sup>2</sup>, equivalente a 13,17% da sua superfície e 2,72% da Amazônia Brasileira. A população do estado é 790.101 hab., distribuídos em 22 municípios. Em 2001 foi criado o SEANP (Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas do Estado do Acre), composto por unidades de conservação e terras indígenas representando 45,66% da área do estado. O objetivo do trabalho foi avaliar a contribuição do SEANP para o controle do desmatamento no estado entre 2001 e 2015. A metodologia adotada consistiu no levantamento e análise de dados sobre a área de estudo, os temas desmatamento, eixos de integração, corredores regionais e sistemas de áreas naturais protegidas. Como resultado da pesquisa constatou-se a contribuição das rodovias para o desmatamento no estado, bem como a efetividade do SEANP para seu controle.

**Palavras chave:** Amazônia, Acre; desmatamento; rodovias, sistema de áreas naturais protegidas.

## **1. Contextualização**

O Brasil abriga a maior floresta tropical do planeta, onde se concentra a maior diversidade de vida e de culturas tradicionais e indígenas, onde estão também as maiores jazidas minerais, recursos florestais madeireiros, não madeireiros e recursos genéticos. O desmatamento é um dos fatores que tem gerado mudanças significativas na região e tem colocado em risco os recursos naturais, como também a dinâmica de vida de populações tradicionais e indígenas. Estima-se que aproximadamente 18% da floresta amazônica foi desmatada (INPE, 2015).

O bioma Amazônia estende-se do oceano Atlântico às encostas orientais da Cordilheira dos Andes, até aproximadamente 600 m de altitude, contendo parte de nove países da América do Sul, sendo 69% dessa área pertencente ao Brasil (AB'SABER, 1989). Esse bioma abrange os estados do Pará, Amazonas, Maranhão, Goiás, Mato Grosso, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima, totalizando 4.871.000 km<sup>2</sup> e uma população em torno de vinte milhões de habitantes, 60% dela vivendo em áreas urbanas (INPE, 2015). O modelo tradicional da ocupação da

Amazônia tem levado a um aumento significativo do desmatamento na Amazônia legal, sendo este um fenômeno de natureza bastante complexa, que não pode ser atribuído a um único fator (ALENCAR *ET AL.*, 2004).

O Acre é um dos 27 estados brasileiros, é o 15º em extensão territorial, com uma superfície de 164.221,36 Km², correspondente a 4,26% da região norte e a 1,92% do território nacional. O Estado está localizado na região norte, no extremo sudoeste da Amazônia Brasileira, em um planalto com altitude média de 200 m, localizado entre as latitudes de -7°06'56 N e longitude - 73° 48' 05"N, latitude de - 11° 08' 41"S e longitude - 68° 42' 59"S. Os limites do Estado são formados por fronteiras internacionais com Peru (O) e Bolívia (S) e por divisas estaduais com os estados do Amazonas (N) e Rondônia (L) (ZEE ACRE, 2000).

O Estado possui uma grande variedade de ecossistemas, a diversidade de paisagens é imensa, tanto do ponto de vista da flora quanto da fauna. É o Estado da Amazônia brasileira com maior área de floresta tropical contínua intacta, considerado de alta prioridade para conservação da biodiversidade (MMA, 2007).

De acordo com (ZEE ACRE, 2000) no estado do Acre o relevo é composto, predominantemente por rochas sedimentares, que formam uma plataforma regular que desce suavemente em cotas da ordem de 300m nas fronteiras internacionais para pouco mais de 108m nos limites com o Estado do Amazonas. No extremo ocidental situa-se o ponto culminante do Estado, onde a estrutura do relevo se modifica com a presença da Serra do Divisor, uma ramificação da Serra Peruana de Contamana, com altitude máxima de 761m. Os principais solos do Acre, em ordem decrescente de expressão territorial, são os argissolos, cambissolos, luvisolos, gleissolos, latossolos, vertissolos, plintossolos e neossolos. A vegetação do estado é composta pela floresta aberta com bambu, floresta aberta com palmeiras, floresta ombrófila densa e a campinarana restrita a parte noroeste do Estado.

A área alterada do Estado do Acre, incluindo desmatamento e outras formas de antropização, é de 21.613 km², ou seja, 13,17% da sua superfície e representa 2,72% da Amazônia Brasileira. As áreas desmatadas concentram-se, em sua maioria, ao longo dos eixos rodoviários da BR-364, BR-317 e AC-40, onde se destacam os problemas e conflitos resultantes de projetos de colonização e do avanço da pecuária e das madeireiras, bem como nas áreas de ocupação ribeirinha ao longo dos rios (ZEE ACRE, 2010).

A derrubada da floresta e a queima de vegetação por atividades humanas são as grandes transformadoras das paisagens acreanas e têm crescido nas últimas décadas. Esses fenômenos são fatores que influenciam a ocupação territorial e o uso dos recursos naturais da floresta e do solo. Além disso, são indicadores de dinâmicas de ocupação territorial e uso dos recursos naturais (ZEE ACRE, 2010).

O termo desmatamento é entendido aqui como a retirada da floresta original para implantação de pastagem, roçado ou outra cultura, feito por grandes fazendeiros ou pequenos agricultores, ribeirinhos, seringueiros ou índios (ZEE ACRE, 2000).

O estado possui 45,66% de seu território destinado às áreas de unidades de conservação e terras indígenas, quatro vezes mais que a média nacional e o dobro da média da região norte. A ocupação do Estado do Acre historicamente está associada ao aproveitamento dos produtos da floresta, permitindo a preservação do seu patrimônio natural no processo de desenvolvimento econômico. A população do estado é 790.101 hab., distribuídos em 22 municípios, sendo que aproximadamente 418.113 hab. estão na capital Rio Branco (IBGE, 2015).

Para Miranda e Sant'Anna (2010) juntamente com os projetos de navegabilidade do rio Madeira e das usinas hidrelétricas em construção são responsáveis pela articulação do corredor bioceânico entre portos situados no Atlântico e no Pacífico. Eles são a própria materialização do chamado Eixo de Integração e Desenvolvimento e Corredores Regionais Peru-Brasil-Bolívia, que faz a ligação entre a BR-317 e a Rodovia Interoceânica que conectou por meio de rodovia a Amazônia peruana e brasileira à Cordilheira dos Andes. Dessa forma torna-se de extrema importância avaliar a relação entre a formação desses eixos de integração e corredores regionais e o papel que o Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas, doravante SEANP, cumpre para o controle do desmatamento.

O objetivo do trabalho foi avaliar a contribuição do SEANP do Acre para o controle do desmatamento frente à formação dos eixos de integração e corredores regionais, tema que se enquadra no subtema do seminário paisagem, patrimônio natural e gestão do território. A metodologia adotada consistiu no levantamento e análise de dados sobre a área de estudo, os temas desmatamento, eixos de integração, corredores regionais e sistemas de áreas naturais protegidas. Para o cálculo da área desmatada do estado entre os anos de 2001 e 2015, foi organizada a base de dados georreferenciados em ambiente SIG, com a utilização do *software* ArcGIS 9.3. Para tal, foram utilizados os dados espaciais do desmatamento produzidos pelo Projeto PRODES (Monitoramento do desmatamento das formações florestais na Amazônia Legal) do Instituto Nacional de Pesquisas espaciais e da UCEGEO (Unidade central de geoprocessamento e sensoriamento remoto da Fundação de Tecnologia do estado do Acre).

## **2. A política pública espacial do zoneamento ecológico econômico do Acre e a criação e estruturação do SEANP**

O ZEE Acre tem relação direta com a criação e estruturação do SEANP, pois a partir do (ZEE ACRE, 2000) foi elaborado o mapa de gestão territorial que envolveu uma “estratificação” do território acreano em quatro grandes zonas, sendo que a zona 2 contempla em sua totalidade o

SEANP. As zonas definidas são as seguintes: ***Zona 1 - Consolidação de sistemas de produção sustentáveis*** - São áreas de influência direta das rodovias BR-364 e BR-317, de ocupação mais antiga do Estado com atividades agropecuárias e madeireiras. Também estão associadas às novas frentes de expansão e conversão das áreas florestais para o desenvolvimento de atividades agropecuárias. ***Zona 2 - Uso sustentável dos recursos naturais e proteção ambiental*** - Áreas protegidas na forma de Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável e as Terras Indígenas. Os Projetos de Assentamento diferenciados estão contemplados nesta zona, uma vez que sua população é extrativista e predomina o uso sustentável dos recursos naturais. ***Zona 3 - Áreas prioritárias para o ordenamento territorial*** - Áreas demandadas por populações tradicionais e/ou recomendadas pelos estudos técnicos do ZEE Acre para criação de novas unidades de conservação, terras indígenas e projetos de assentamento diferenciados. Inclui ainda as áreas já estabelecidas de produção ribeirinha ao longo dos rios do território acreano. ***Zona 4 - Cidades florestais*** - Áreas municipais caracterizadas por espaços urbanos circundados por diferentes paisagens rurais com predominância de florestas.

O programa do ZEE ACRE foi decisivo para a criação do SEANP, pois foi a partir dos indicativos do programa que se estruturou e formalizou em 2001 com a lei de criação do sistema de áreas naturais protegidas.

### **3. O SEANP – Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas do Estado do Acre**

O Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas - SEANP foi criado pela Lei Estadual nº 1.426 de 27 de dezembro de 2001 e tem como objetivos principais: manter amostras ecologicamente representativas e viáveis dos ecossistemas naturais do Estado e da biodiversidade; proteger as paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica; preservar o funcionamento dos processos ecológicos naturais garantindo a manutenção dos serviços ambientais; promover o aproveitamento dos recursos naturais renováveis e o ecoturismo nas unidades de conservação de uso sustentável; contribuir para a pesquisa científica, assim como para a educação, cultura, esporte e recreação do cidadão e coordenar o funcionamento das unidades de conservação e estabelecer diretrizes para o monitoramento da utilização dos recursos naturais nestas áreas (ZEE ACRE, 2000).

O SEANP é constituído pelas Unidades de Conservação e Terras Indígenas e representam 45,66% das terras do Estado, sendo 31,10% de Unidades de Conservação (9,52% de Unidades de Conservação de Proteção Integral e 21,58% de Uso Sustentável) e 14,55% de Terras Indígenas, conforme apresentado na figura 1.

De acordo com o ZEE Acre (2000) e MMA (2007) as Unidades de Conservação (UCs) e as Terras Indígenas (TIs) fazem parte da estratégia mundial de conservação da biodiversidade, e no

Acre detêm importantes nascentes de água, jazidas minerais, madeira, látex, castanhas e outros recursos naturais de valor econômico, social e ambiental. As unidades de conservação e as terras indígenas são espaços protegidos em razão de características naturais relevantes, sendo instituídas pelo poder público por constituírem importante patrimônio ambiental. Fazem parte também da política brasileira de controle do desmatamento, além de serem internacionalmente reconhecidas como estratégicas para a conservação da biodiversidade.

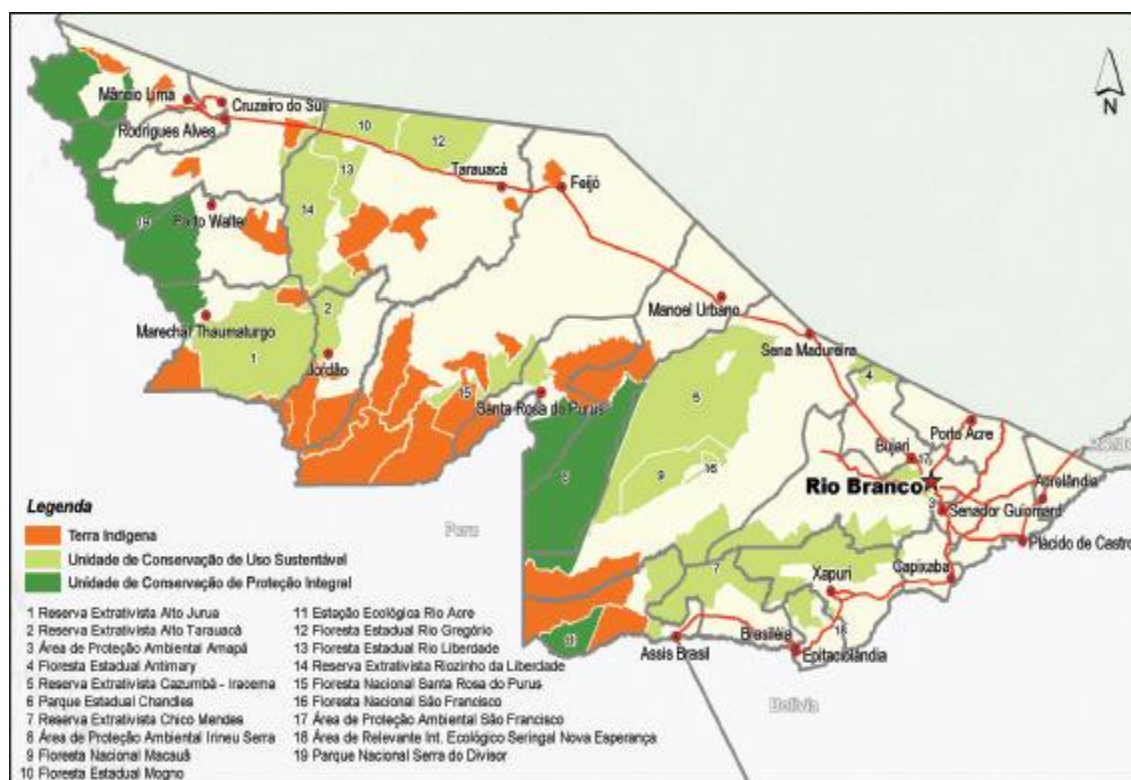


Figura 1 - Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas do Estado do Acre

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Acre, 2015.

De acordo com o (SNUC, 2000) para ser eficiente, um Sistema de Áreas Protegidas deve incluir, além das Unidades de Conservação (UCs) *stricto sensu* (BRASIL, SNUC, 2000), outros espaços especialmente protegidos, tais como: Terras Indígenas, Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais, Terras de Quilombolas, Zonas Costeiras e Marinhas que funcionem como elementos de conectividade entre as áreas de entorno das unidades de conservação.

Para o WWF (1994) e THE NATURE CONSERVANCY (2001) os sistemas de áreas protegidas são uma das formas mais eficazes de proteger a diversidade de plantas e animais, garantindo recursos dos quais todos dependemos. No entanto, os sistemas de áreas protegidas em todo o planeta enfrentam grandes desafios, sendo talvez o maior deles a falta de financiamento e apoio para desempenhar seu papel de conservação e responder às ameaças



crescentes, como o desmatamento, construção de obras de infraestrutura, crescimento desordenado e a pecuária.

A proteção atual e o grau de eficiência do Sistema de Áreas Naturais Protegidas em proteger a biodiversidade estadual é um dos critérios essenciais para a definição das zonas e do potencial produtivo ou a situação fundiária desses territórios.

Na primeira fase do ZEE Acre, os estudos da biodiversidade resultaram num mapa detalhado de indicativos para conservação e preservação da biodiversidade. Esses estudos foram realizados utilizando-se um conjunto de ferramentas atualmente denominado “planejamento sistemático da conservação” (PSC).

De acordo com Margules e Pressey, (2000) no PSC são indicadas áreas prioritárias para conservação e uso sustentável da biodiversidade, recorrendo-se a vários critérios que vão desde os que abrangem atributos naturais como distribuição, riqueza de espécies, fitofisionomias, distribuição de espécies de valor especial para conservação (espécies raras, ameaçadas, de distribuição restrita), assim como a representatividade das áreas protegidas para proteger esses atributos mencionados.

Em 2001, esses indicativos para conservação e preservação foram analisados e aprofundados em um amplo fórum o Workshop da Biodiversidade do Acre, que reuniu representantes dos diversos setores relacionados à conservação, desde cientistas a gestores públicos e organizações civis, cujo objetivo era classificar essas áreas como de potencial para uso direto (proteção integral) e indireto (desenvolvimento sustentável).

Os resultados do documento “Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade na Amazônia Brasileira”, promovido sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (2001) reiterou os indicativos do Workshop da biodiversidade do Acre e colocou o estado como área prioritária para a conservação. O termo “área prioritária” refere-se a uma região geográfica delimitada com base em sua importância biológica, definida pela grande riqueza de espécies ou ocorrência de espécies ameaçadas ou endêmicas, e pelo tipo de pressão antrópica a qual está submetida (MMA, 2001).

Em todo o estado foram definidas áreas e temas com importância biológica, sendo que para alguns temas o estado aparece com importância extremamente alta e muito alta para a conservação (MMA, 2007). Para o MMA (2007) o estado do Acre é considerado área prioritária para a conservação da biodiversidade e da diversidade cultural e étnica.

#### 4. Vetores de pressão do desmatamento

Os vetores de pressão do desmatamento são a abertura de ramais e estradas vicinais, a pavimentação das rodovias BR-317 e BR-364 e a pecuária. Um elemento importante a ser considerado nos vetores de pressão do desmatamento são os eixos de integração e corredores rodoviários que passaram a integrar os municípios acreanos, bem como o estado aos países Peru e Bolívia.

No contexto da pressão antrópica o estado do Acre tem um grande desafio que é manter a integridade florestal e a sua biodiversidade, pois o mesmo faz parte do eixo de integração e do corredor regional de integração desde 2011 com a finalização das obras de pavimentação das rodovias federais que cortam o estado, conectando o Acre ao pacífico. Essa conexão e a criação dos eixos de integração e corredores regionais são recentes e geram impactos positivos e negativos que necessitam ser monitorados.

A ligação com a Estrada do Pacífico (BR-317) e a pavimentação da BR-364 entre Rio Branco e Cruzeiro do Sul foram concluídos, ligando o Acre ao Peru, bem como fazendo a conexão da capital Rio Branco à região do Juruá, onde está a segunda maior cidade do estado que é Cruzeiro do Sul. Na região de Assis Brasil, no Acre, e de Puerto Maldonado, no Peru, alguns impactos deste projeto de integração já vem sendo sentidos. Embora a interconexão viária binacional tenha se tornado mais simples e menos custosa, há aumento do desmatamento, aumento da entrada de álcool nas comunidades e da prostituição feminina. Além disso, com os garimpeiros ilegais veio à contaminação dos rios por metais pesados, e a presença dos madeireiros ilegais peruanos adentrando no Brasil.

De acordo com Becker (1999) mesmo diante dos inúmeros componentes de política territorial em curso na Amazônia, os eixos de integração constituem a estratégia decisiva para o desenvolvimento regional. Para ela parte substancial do futuro da Amazônia será definida a partir de políticas referentes a esses eixos. As obras de infraestrutura como estratégias significam, por um lado, a reiteration do padrão concentrado da vida regional. Dessa forma os eixos de integração tenderão a atrair investimentos e migrantes e a intensificar a pressão sobre a floresta.

Ainda de acordo com Becker (1999) os eixos de integração também abrirão novas oportunidades econômicas para a população amazônica. O sucesso dessa estratégia dependerá de uma série de políticas e medidas integradas que levem em consideração as lições do passado e a complexidade atual da região, exigindo rigor na sua execução, de modo a transformar os eixos em instrumentos de ordenação do território.

Já os corredores regionais segundo o que vem sendo difundido nas políticas públicas permite uma análise espacial da governança e do dilema entre desenvolvimento e conservação. De um

lado, propostas definem a formação de corredores de desenvolvimento (corredores de transporte, corredores de exportação, corredores turísticos) como o lugar privilegiado da modernização e do progresso (IIRSA, 2004).

De acordo com Miranda e Sant'Anna (2010) há também as proposições dos corredores ecológicos, corredores da biodiversidade, corredores verdes e até mesmo corredores geomorfológicos, como o lugar privilegiado para a manutenção de ecossistemas naturais. Independentemente da particularidade dos conteúdos, uma forma universal parece emergir como uma configuração territorial que favorece a análise do planejamento em múltiplas escalas. No caso específico do Acre o mesmo está inserido no Corredor Oeste da Amazônia, que compreende quase a totalidade do estado do Acre, mais da metade do estado de Rondônia e uma pequena parte do estado do Amazonas. De acordo com o projeto do Ministério do Meio Ambiente e do Programa Piloto de Proteção das Florestas Tropicais (PPG7), "com seis áreas prioritárias em quatro ecorregiões amazônicas principais, esse corredor foi identificado como relativamente estável, globalmente relevante e de mais alta prioridade numa escala regional" (MMA, 2002).

De acordo com Becker (1999) ambos os termos eixos de integração e corredores regionais foram construídos com base numa "economia de fronteira", entendida esta como progresso a ser alcançado mediante um processo de crescimento linear infinito, através da incorporação crescente de recursos naturais percebidos igualmente como infinitos. Nesse sentido as fronteiras representam um importante componente na observação do estado da arte dos espaços de gestão ambiental e territorial, tanto para o governo como para as populações locais envolvidas. Desta maneira, é relevante destacar o movimento de abertura destas em seu sentido territorial, jurídico e político a fim de promover o desenvolvimento regional na área.

Ademais, é importante verificar quem é beneficiado pelas aberturas de fronteira e aparente diminuição do peso das separações territoriais. Para tanto, é necessário observar as nuances dos projetos de integração regional e seus impactos em perspectiva com movimentos da sociedade civil que partem de sua dimensão de maior contato com os territórios e sua articulação comunitária a fim de lidar com os impactos da primeira forma de integração descrita.

Sendo assim, falar da integração regional oficial ao se aproveitar do contexto de estruturação da Iniciativa para a Integração de Infraestrutura Regional Sul-Americana (IIRSA, 2010) é um bom indicativo para demonstrar em que contexto as discussões governamentais e empresarias para a gestão da região estão sendo desenvolvidas. Este é o caso porque a carteira de investimentos da iniciativa é a que está movendo a maior parte dos projetos de integração regional.

O estado do Acre está sendo abrangido intensamente por esses projetos, e torna-se importante avaliar os contextos da IIRSA, já que isso ajudará no delineamento dos desafios e possibilidades

para as populações desta região, para suas fronteiras, sejam estas de impedimentos ou oportunidades.

Para Mahar (1989) a abertura de rodovias na Amazônia tem sido historicamente utilizada como elemento central nas propostas governamentais de ocupação da região e integração da mesma ao resto do país. Apesar de ter sido fundamental na estratégia geopolítica do governo federal, a construção de estradas também tem ocasionado abertura de novas fronteiras, trazendo consigo impactos socioambientais provenientes da ocupação desordenada.

Esse tipo de ocupação tem promovido o desmatamento acelerado, principalmente na década de 90, sendo que atualmente os primeiros 50 km a partir das margens das principais rodovias da Amazônia concentram 80% do desmatamento da região, afirma Alves (2002). Acredita-se que parte dos impactos causados pela abertura ou pavimentação de uma estrada na Amazônia possa ser minimizada se estes investimentos forem acompanhados de apoio governamental em outras áreas que não somente em infraestrutura, conforme apresentado por Nepstad et al. (1999).

De acordo com Batistela e Moran (2007) o desmatamento na Amazônia brasileira é um processo de natureza complexa e não pode ser atribuído a um único fator, mas apontam a construção e pavimentação de rodovias e construção de vicinais (ramais) como um dos principais vetores de desmatamento na região. Para Fearnside (2005) as rodovias são efetivas em relação ao desmatamento, pois possibilitam um fluxo maior e tornam mais efetivos os transportes de material, cargas e pessoas e servindo como matrizes para o surgimento de ramais, povoamentos e exploração dos recursos naturais.

Segundo Perz *et al.* (2005), a infraestrutura de transporte abre o território para atividades econômicas e promove o desenvolvimento ao reduzir custos de produção em áreas populosas. Porém, segundo Reid e Sousa Júnior (2005) essa premissa consolidou o investimento em infraestrutura como um dos maiores responsáveis pela destruição dos ecossistemas brasileiros.

No contexto do desmatamento no estado do Acre, as rodovias tem um papel crucial, pois é a partir das mesmas que estão sendo potencializados os maiores índices de áreas desmatadas. De acordo com Rodrigues (2014) a área desmatada nos eixos de influência de 5 km das rodovias é de 18,45% do desmatamento total do estado, no eixo de 10 km é de 36,39% do desmatamento, no eixo de 25 km é 70,17% e no eixo de 50 km é de 87,82% do desmatamento, conforme a figura 2.

Aí está o grande desafio do estado que é se desenvolver de modo a fazer parte dos corredores regionais e eixos de integração, porém podendo usufruir de seus benefícios, mas buscando mecanismos de gestão territorial e ambiental que sejam eficientes na proteção e conservação dos recursos naturais.

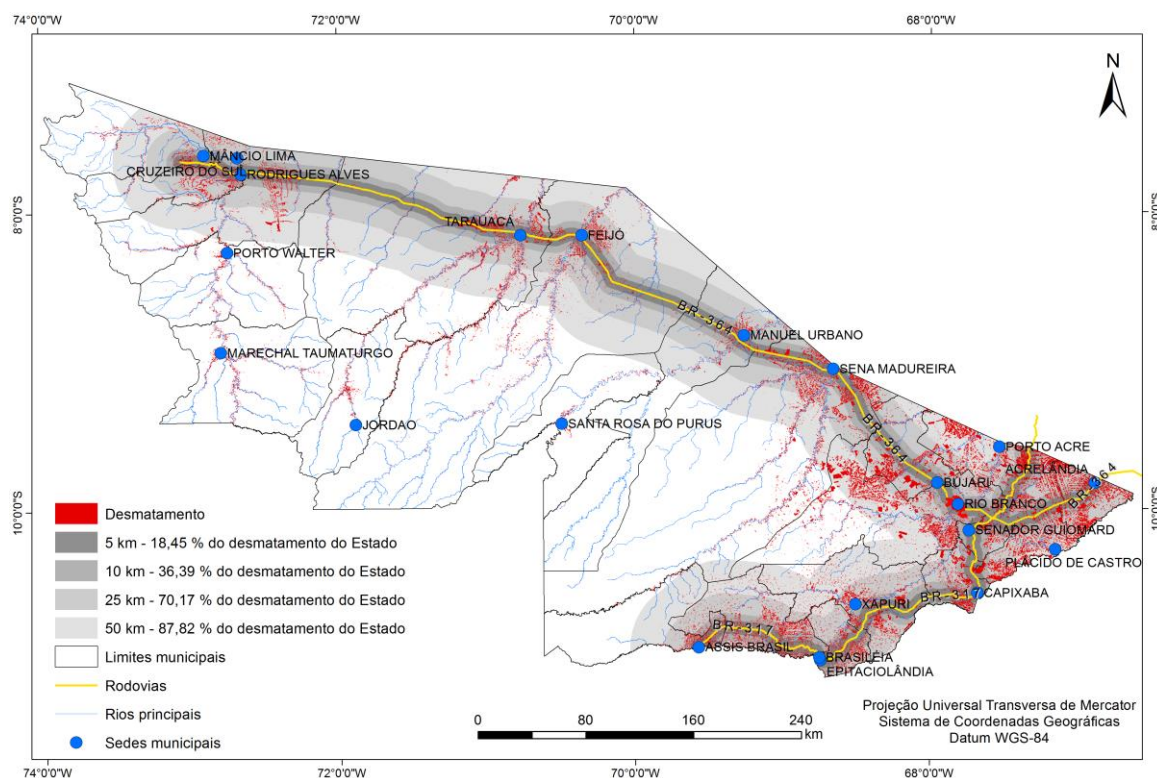


Figura 2 – Desmatamento no eixo de influência das rodovias do Acre

Fonte: Rodrigues, M. A. (2014)

Nesse contexto o SEANP é estratégico e necessário, pois a sua existência fortalece a proteção e conservação dos recursos naturais, apoia o controle do desmatamento e passa a ser uma das estratégias para conter o desmatamento frente o surgimento dos eixos de integração e corredores regionais.

## 5. Considerações finais

O estabelecimento do sistema de áreas naturais protegidas do Acre contribuiu de forma significativa para a manutenção de florestas, bem como para a diminuição das taxas de desmatamento no estado, sendo as unidades de conservação e terras indígenas que compõem o SEANP, as unidades fundiárias com os menores índices de desmatamento.

A existência do ZEE Acre, associado ao SEANP, são instrumentos importantes para a gestão territorial e ambiental do estado, sendo que no período de 2001 a 2015 houve uma redução do desmatamento, comparado às décadas anteriores que ainda não possuíam o ZEE Acre e o SEANP.

Nesse sentido o SEANP tende a cumprir um papel de extrema importância, pois possibilita a manutenção da cobertura florestal do estado, a conservação da biodiversidade e da cultura local

em meio a um conjunto de questões que envolvem o desafio do estado de se desenvolver, porém buscando conservar os seus recursos naturais e a sua cultura.

É grande a participação das rodovias e a formação dos eixos de integração e corredores regionais para o desmatamento no estado, pois é nas áreas de influência das rodovias que se situam os maiores índices de desmatamento no estado do Acre, bem como um padrão de ocupação desordenada de suas margens.

Sendo assim as unidades de conservação e terras indígenas que compõem o SEANP, tem contribuído de forma efetiva para o controle do desmatamento, frente o surgimento dos eixos de integração e corredores regionais, sendo de grande importância a sua manutenção enquanto sistema de áreas protegidas, necessitando de que o mesmo seja fortalecido e melhor estruturado para cumprir o seu papel frente ao grande desafio que é o desenvolvimento do estado e a conservação dos seus recursos naturais.

## 6. Bibliografia

- AB'SABER, A. N. (1989). Zoneamento ecológico e econômico da Amazônia, questões de escala e de método. *Revista de Estudos Avançados*, São Paulo, v. 3, n° 5, 4-20.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, N; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; PACHECO, P; DIAZ, M. D. C. V e FILHO, B. S. (2004). Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Manaus. *Revista do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia*, 12-20.
- ALVES, D. (2002). *An analysis of geographical patterns of deforestation in Brazilian Amazonia the 1991-1996 period*. In: *Patterns and Processes of Land use and Forest Change in the Amazon* (eds Wood C, Porro R), University of Florida, Gainesville.
- BATISTELA, M.; MORAN, E. F. (2007). A heterogeneidade das mudanças de uso e coberturas na Amazônia: em busca de um mapa da estrada. *Dimensões Humanas da Biosfera atmosfera na Amazônia*. In: Wanderley Messias da Costa; Bertha Koiffmann Becker; Diogenes Salas Alves (orgs.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, (pp. 64-87).
- BECKER, B. K. (1999). Os eixos de integração e desenvolvimento e a Amazônia. *Revista Território*, ano IV, n° 6, jan/junho. 32-62.
- BRASIL. (2000). *Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000*. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>.
- FEARNSIDE, P. M. (2005). Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, PP 113-123.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010, 2015). *Censo demográfico 2010*. Rio de Janeiro, RJ. Acessado em 08/11/2015.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2015). “*Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite – Projeto PRODES*”. <http://www.obt.inpe.br/prodes>. Sistema Deter (Detecção de Desmatamento em Tempo Real). <http://www.obt.inpe.br/deter>. Acessado em 20/12/2015.
- IIRSA. (2004, 2010) *Iniciativa para implantação da infraestrutura regional da América do Sul*. Brasília, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos, MPOG.
- MAHAR, D. J. (1989). *Government policies and deforestation in Brazil's Amazon region*. Washington, D.C.: World Bank Publication.
- MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.

MELLO, N. A. de. (2002). *Políticas públicas territorial na Amazônia Brasileira. Conflitos entre conservação ambiental e desenvolvimento 1970 a 2000*. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. USP, São Paulo, SP.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2001, 2007). *Programa Zoneamento Ecológico Econômico: diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico Econômico do Brasil*. Brasília: MMA/SDS.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E PPG7. (2002). *Programa Piloto de Proteção das Florestas Tropicais. Projeto Corredores Ecológicos*. Brasília: MMA, 2002.

MIRANDA, G. M.; SANT'ANNA, F. M. (2010). Corredores de desenvolvimento e conservação no Acre: as escalas de planejamento do global ao local. La planificación territorial y El urbanismo desde el diálogo y la participación. *Actas del XI Coloquio Internacional de Geocrítica*, Universidad de Buenos Aires, 2-7 de mayo.

NEPSTAD, D., A. Moreira, e A. Alencar. (1999). *Chamas na Floresta: Origens, Impactos e Alternativas para a Amazônia Fogo*. Programa Piloto para a Conservação das Florestas Tropicais do Brasil, do Banco Mundial. 140 p.

PERZ, S. G.; SOUZA JR., C.; ARIMA, E.; CALDAS, M.; BRANDÃO JR., A.; SOUZA, K.; WALKER, R. (2005). O dilema das estradas não-oficiais na Amazônia. *Ciência Hoje*. v. 37, n. 222, 56-58.

REID, J. SOUZA JÚNIOR, W. C. (2005). Infrastructure and conservation policy in Brazil. *Conservation Biology*. V. 19, n 3, p. 740-746.

RODRIGUES, M. A. (2014). *Dinâmica espacial do desmatamento no estado do Acre entre 1999 e 2010: o papel do zoneamento ecológico econômico*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

SEMA. (2015). Secretaria de Meio Ambiente do estado do Acre. *Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas do Estado do Acre*. Rio Branco, Acre.

STEINBERGER, M. (org). (2006). *Território, ambiente e políticas públicas espaciais*. Brasília, Paralelo 15 e LGE Editora, 408 p.

TNC – The Nature Conservancy. (2001). *Sistemas de áreas naturais protegidas no mundo, gestão e manejo*. Brasília, DF.

WWF - Fundo Mundial para a Natureza. (1994). *Subsídios para discussão “Workshop – Diretrizes e Políticas para Unidades de Conservação”*. Brasília, DF: WWF, 61 p. (relatório interno).

ZEE ACRE. (2000) Governo do Estado do Acre. *Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Acre, fases I e II. Zoneamento Ecológico econômico: recursos naturais e meio ambiente e indicativos para a gestão territorial do Acre*. Rio Branco, Acre: SECTMA, Volumes 1, 2 e 3.

ZEE ACRE. (2010). Governo do Estado do Acre. *Implementação do Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Acre, Fase II*. Rio Branco, Acre: SECTMA.

## Agradecimentos

Ao programa de pós-graduação em Geografia do Instituto de Geociências da UNICAMP e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de pós-doutorado.

## A FISIONOMIA DA PAISAGEM NAS TRILHAS CULTURAIS E A SOCIODIVERSIDADE NA GLEBA DE VILA AMAZÔNIA NO MUNICÍPIO DE PARINTINS-AMAZONAS

M. do C. de O. Silva<sup>(a)</sup>, R. da S. Martins<sup>(b)</sup>, J. B. Pachêco<sup>(c)</sup>, J. C. M. Brandão<sup>(d)</sup>

<sup>(a);(b);(c)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPG-GEOGRAFIA-Universidade Federal do Amazonas  
diricunhan@hotmail.com

<sup>(d)</sup>Programa de Pós-Graduação de Ciências do Ambiente/PPG-CASA - Universidade Federal do Amazonas  
geogensino@gmail.com

### Resumo

Este trabalho apresenta o pré-teste das pesquisas de campo do mestrado em geografia que, tem por objetivo compreender as redes de conexões da sociodiversidade nos sistemas agroflorestais espontâneos e/ou quintais florestais (Safs), e a fisionomia da paisagem no contexto das trilhas culturais de deslocamento das unidades da agricultura familiar, nas propriedades das comunidades da Gleba de Vila Amazônia. Neste estudo o método de abordagem enfoca a complexidade moraniana, tendo a paisagem como categoria de análise, onde o método procedimental é o Estudo de caso (YIN, 2010), apoiado nas técnicas das Trilhas Culturais de Brondízio e Neves (1996), Jean Brunhes (1962) e David Harvey (2014), e na Pirâmide da Vegetação de Passos (2003). Os resultados apontam um dos agentes da sociodiversidade, no caso, a variedade de vegetação, identificada em duas propriedades das comunidades de Bom Socorro e de Nossa Senhora de Nazaré.

**Palavras Chave:** Trilhas Culturais, Fisionomia, Paisagem, Sociodiversidade

### 1 Introdução

A paisagem é o resultado fenomenal de um processo real de combinações de forças do estudo geográfico, conforme sustenta La Blache quando escreveu que *a superfície da terra é, com efeito, o substratum comum onde, os efeitos dos diferentes fatores se inscrevem em características plásticas com um estreito encandeamento entre seus fenômenos naturais que agem sem cessar uns sobre os outros* (LA BLACHE, 1912). Vitte (2010) descreve a visão de Alexander von Humboldt, sendo a natureza-paisagem considerada, o Todo. Mediada pela estética, a paisagem passou a ser compreendida como uma unidade viva e organizada, formada a partir das conexões entre os elementos da natureza; nela, a observação empírica e a contemplação teórica deveriam converter o espetáculo estético em conhecimento científico.

A dinâmica da paisagem também é muito bem dirimida por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) sendo abordada como, *uma formação antro-po-natural: consistindo num sistema territorial composto por elementos naturais e antropogênicos condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais*. São essas interações e inter-relações que promovem as impressões fisionômicas na paisagem visível no



tempo e espaço, categorias consideradas por David Harvey (2014) básicas nos modos de vida da existência humana.

Com base no estudo que tem como seu conceito fundador a manifestação concreta da fisionomia da paisagem, enquanto elemento dinâmico, tanto Vidal de La Blache (1911 e 1921) quanto Brunhes (1962) fundamentam o objetivo da geografia na ideia de: fisionomia de uma região, da paisagem e da Terra. Jean Brunhes faz a análise da geografia cujo traço mais marcante é a materialidade, caracterizada enquanto *impressão*, onde o homem *inscreve* a sua passagem por este constituir um fato geográfico pelos traços da atividade humana que marcam a terra de maneiras variáveis. No que concebe o pensamento de La Blache, onde a paisagem é o ponto de partida da reflexão geográfica por se manifestar como um conjunto complexo de condições mutantes, que cabe à Geografia analisar a conectividade desses traços, as *impressões* do homem sobre a terra, que se fará no estudo da Paisagem pela Sociodiversidade nos Sistemas Agroflorestais Espontâneos (SafsE) e a fisionomia da paisagem no contexto das *Trilhas Culturais de Deslocamento* das unidades da agricultura familiar, nas propriedades das comunidades da Gleba do Projeto de Assentamento de Vila Amazônia, em um olhar estigmático da análise da paisagem enquanto expressão da relação entre o homem e o seu entorno concebido no gênero de vida das diversas culturas sociais.

Dentro desse contexto, o presente trabalho objetiva compreender as redes de inter-relações e a conexão da sociodiversidade a partir da espacialização de sistemas agroflorestais espontâneos e as Trilhas Culturais de Deslocamento nas Unidades da Agricultura Familiar do Projeto de Assentamento da Vila Amazônia no município de Parintins-Amazonas.

## 2. Materiais e métodos

O principal método procedimental é o Estudo de Caso por ser, de acordo com Yin (2010), *uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos*. O Estudo de Caso permite o delineamento da pesquisa com fundamentos holísticos baseado em várias fontes de evidências.

Neste trabalho demonstra-se o Pré-Teste realizado por meio da aplicação de um formulário, o inventariamento geográfico, diário de campo, registro fotográfico e o uso de aparelho receptor de sinal do Sistema de Posicionamento Global (GPS), para a caracterização do geoambiente da vegetação relacionada com a sociodiversidade e das *trilhas culturais de deslocamento* em duas unidades da agricultura familiar (lote 285 da comunidade de Bom Socorro e lote 231 da Comunidade Nossa Senhora de Nazaré). As técnicas empregadas foram orientadas pela proposta de Bertrand (1966), no que se refere ao diagnóstico da composição florística e estrutura dos

estratos da vegetação seguindo os seguintes critérios específicos: seleção de cada lote de terra; delimitação pela espacialidade da formação vegetal, no caso, de média a grande diversidade em um raio de 20 metros e a análise paisagística de Passos (2000), onde os *dados elementares são entendidos como a identificação científica das espécies vegetais componentes das formas vegetais de floresta*, assim como a *fitossociologia aplicada ao estudo da evolução da vegetação: as fichas e pirâmides de vegetação*.

As Trilhas Culturais segue os preceitos estabelecido por Brondízio e Neves (1996), ao utilizarem alguns critérios para definir Trilhas Culturais prefixadas, os quais são: proximidades das comunidades, facilidade de acesso, representação dos ecossistemas da diversidade fisiográfica regional. Estes procedimentos estão em um contexto de método, que envolve como ator principal os comunitários conhecedores do ambiente local e fornecedores de informações a respeito das paisagens.

## 2.1. Área de Estudo

As referidas unidades espaciais fazem parte do Projeto de Assentamento da Vila Amazônia, parte do município de Parintins-Amazonas-Brasil, e área onde faz o limite da Amazônia Ocidental com a Amazônia Oriental. Assim localizadas entre as coordenadas geográficas: (W) 56°33'15.368" – W 56°38'46.944" e (S) 2°44'44.21" – S 2°42'24.45" (FIGURA 01).

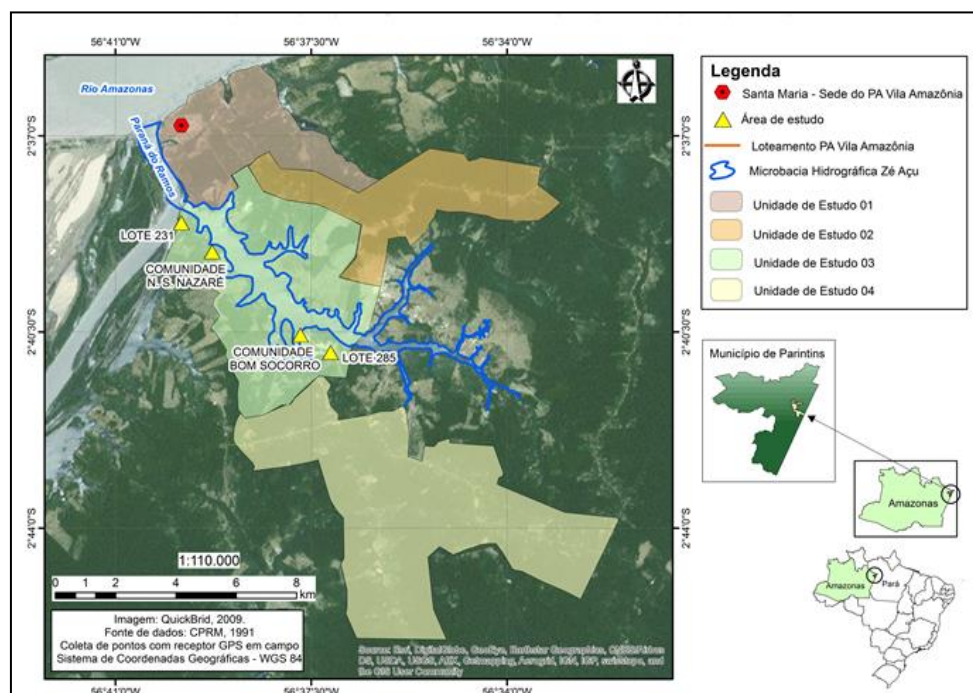


Figura 01 - Mapa da área de pesquisa.

Fonte: Martins, 2016

## 2.2. Vila Amazônia

O assentamento de Vila Amazônia foi criado no dia 26/10/1988 (Portaria MIRAD N.º1404/1988) na modalidade de PA (Projeto de Assentamento) destinado para agricultores tradicionais. A área possui 78.270,000 hectares, compartimentados em lotes/parcela de terras com capacidade para assentar 2.478 famílias (PACHECO, 2013). As propriedades distribuídas no PA são denominadas de lotes ou parcela de terras de acordo com a legislação Lei n° 12. 727, de 17 de outubro de 2012.

O referido PA faz parte do município de Parintins, segundo o IBGE (2015) possui uma área de 5.952,044 km<sup>2</sup>, cuja população está estimada em 111. 575 pessoas, no censo demográfico de 2010, distribuídas entre população urbana de 69.890 e a população rural 32.143, totalizando 102.033.

## 3. Resultados e discussão

### 3.1 Fisionomia da paisagem das trilhas culturais

O dado provém do pré-teste da pesquisa de Mestrado em geografia em fase inicial realizado em duas propriedades da Agricultura Familiar (Lote/Parcela de terra de n. 231- Comunidade Nazaré e o de n. 285 - Comunidade de Bom Socorro) com acesso fluvial a microbacia hidrográfica Zé Açu. A realização desse primeiro momento é importante para a avaliação dos parâmetros sobre os dados levantados (tempo, espaço, distância, acesso, elementos necessários e os desnecessários que constam no formulário e ficha de campo). No caso do estudo a finalidade é a coleta das informações necessárias para a análise da estrutura vertical da vegetação e elaboração da pirâmide de vegetação, cujos dados fitossociológicos e o geoambiente (Tabela 01) são necessários na caracterização da fisionomia da paisagem, aqui apresentado na amostragem do lote 285.

De acordo com Tabela 01, a amostragem acima especificada encontra-se em Abundância/Dominância (AD) as espécies de Lacre (*Vismia antiscrophylla*), Murici (*Byrsonima crassifolia*) e Mirizeiro (*Bumélia Nigra*). Na Sociabilidade (S) o Mirizeiro (*Bumélia Nigra*) concentrado em uma parcela relevante para a fisionomia da paisagem, espécie com a principal interação com a propriedade de agricultura familiar, onde a população da comunidade construiu as trilhas culturais de deslocamentos para coletar os frutos, tanto para consumo familiar como comercialização, tornando parte de uma cultura local de uso coletivo, independente da propriedade particular. O mirizeiro ainda é uma espécie endêmica em fase de estudos científicos para identificação e fitossociológico, por acadêmicos do curso de Zootecnia, do Instituto da

Universidade Federal do Amazonas – Campus Parintins, e, do curso de Geografia (DEGEO-UFAM).

Passos (2000 e 2003) orienta os estudos da fisionomia da paisagem pelo comportamento temporal e espacial, pelas características biofísicas, pela composição florística e morfologia das plantas, pela abundância e frequência de espécies, assim como pela sociabilidade. Dessa maneira, os parâmetros fitossociológicos utilizados nos levantamentos são Abundância/Dominância (AD) e a Sociabilidade (S) conforme a Figura 02 abaixo onde representa a estrutura vertical da formação vegetal.

Tabela 01 – Formulário de Inventariamento geográfico – Geoambiente da Vegetação

Lote: 285 – Bosque Mirizal Município: Parintins		Altitude: 23 Solo: Espodossolo	Nº: 01/2016 Data: 12 de fevereiro de 16 Local: Comunidade Bom Socorro			
Its	Estrato Arbóreo (20-50m)	Classificação	Nº de Indiv .	Alt (m) (Aprox.)	Espécies	
					A/D	S
01	Carapanauba	<i>Aspidosperma discolor</i>	5	40	1	2
02	Tauari	<i>Couratari oblongifolia</i>	1	40	1	+
03	Angelim Pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i>	5	40	1	1
04	Uixi Liso	<i>Endopleura uchi</i>	10	35	2	1
05	Uixi Coroa	<i>Duckesia verrucosa</i>	10	35	2	1
06	Piquia	<i>Caryocar villosum</i>	10	40	2	2
07	Matamatá	<i>Eschweilera coriacea</i>	10	20	2	2
08	Breu Sucuba	<i>Trattinnickia burserifolia</i>	60	20	5	3
09	Pajurá	<i>Couepia bracteosa</i>	5	30	1	1
10	Cupiuba	<i>Goupia glabra</i>	50	30	5	5
<b>Arborescente (5-15m)</b>						
01	Miri	<i>Bumélia Nigra</i>	200	15	4	5
02	Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>	30	10	2	2
03	Tucumã	<i>Astrocaryum aculeatum</i>	50	10	2	2
<b>Arbustivo (3-5m)</b>						
01	Murici	<i>Byrsonima crassifolia</i>	240	3	4	2
02	Lacre	<i>Vismia antiscrophylla</i>	260	3	4	2
<b>Subarbustivo (1-3m)</b>						
01	Capitiú	<i>Siparuna guianensis</i>	40	2	1	2
<b>Herbáceo- Rasteiro (0,5-1m)</b>						
01	Capim Quicuia	<i>Pennisetum clandestinum</i>	-	0,5	5	5
02	Capim Barba de bode	<i>Aristida pallens</i>	-	0,5	5	5

Fonte: Martins, R. (2016). *Field True* no Lago do Zé Açú. Fevereiro/2016

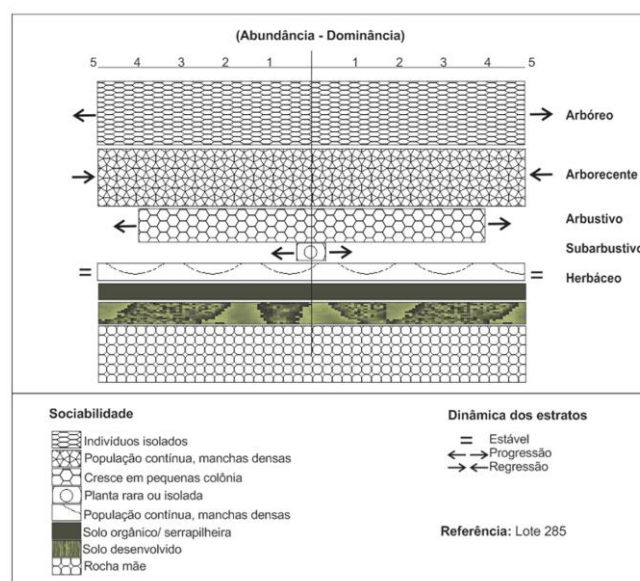


Figura 02 – Pirâmide de vegetação

Fonte: Martins, 2016

Os dois primeiros indicam a equivalência do grau de superfície coberta pelas árvores por meio de uma escala: 5 – Cobrindo entre 75% a 100%; 4 – Cobrindo entre 50% a 75%; 3 – Cobrindo entre 25% à 50%; 2 – Cobrindo entre 10% à 25%; 1 – Planta abundante porém com valor de cobertura baixo não superando a 10%; e, mais alguns raros exemplares. Ressalta-se, no entanto que, o último indica o grau de agrupamento das plantas em uma escala: 5- População contínua; manchas densas; 4- Crescimento em pequenas colônias, manchas densas pouco extensas; 2 – Crescimento em grupo; 3- Crescimento em grupos; 2 – Agrupados em 2 ou 3; 1- Indivíduos isolados e mais a Planta rara ou isolada.

No caso do geoambiente de vegetação da *trilha cultural pré-estabelecida* (Lote 285 - propriedade da agricultura familiar) tem como característica um percentual de 70% de floresta nativa (da área de platô, de baixo- Tabela 01) que integra uma importante faixa de transição entre os domínios fitogeográficos da terra firme com o sistema de campinarana, situada segundo AB'Sáber (2002), *intra-florestais, pela presença de manchas de areia branca em terraços*.

Os estudos fitossociológicos, nos dão um embasamento teórico-metodológico muito importante para a interpretação do estágio atual dos estratos vegetais que compõem uma determinada paisagem. Este método, também permite ao geógrafo transitar de forma interdisciplinar entre as disciplinas de ecologia e botânica no campo da biogeografia. Assim sendo, o pré-teste permitiu a avaliação dos pontos positivos e os negativos para poder dar o início à pesquisa após a Aula de Qualificação, assim como, os dados tabulados sobre os aspectos geoambientais da vegetação foram significantes para essa fase inicial.

### 3.2. Aspectos fisionômicos da sociodiversidade

O pré-teste foi realizado. Nestas, registraram-se os dados parciais descritos na Tabela 02, os quais mostram o resultado das trilhas culturais, cujos dados dão conta das espécies nativas (madeira de leis, fruta nativa), onde as frutíferas são as de maiores frequências.

**Tabela 02 - Diagnóstico das espécies florísticas com maiores frequências**

Itens	Nome Comum	Nome Científico	Família	Lote 285	Lote 231
01	Abacateiro	<i>Persea americana</i> Miller	Lauraceae	02	-
02	Abieiro	<i>Pouteria caimito</i>	Sapotaceae	01	05
03	Aceroleira	<i>Malpighia glabra</i>	Malpighiaceae	-	01
04	Azeitoneira	<i>Syzygium jambolana</i>	Myrtaceae	10	-
05	Bacabeira	<i>Oenocarpus bacaba</i>	Arecaceae	02	05
06	Cacauzeiro	<i>Theobroma caçã</i>	Sterculaceae	-	01
07	Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	20	-
08	Catauazeiro	<i>Hura crepitans</i>	Cacatuidae	-	02
09	Cupuzeiro	<i>Theobroma grandiflorum</i>	Sterculaceae	04	03
10	Goiabeira	<i>Psidium guajaba</i>	Myrtaceae	05	-
11	Gravioleira	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	-	02
12	Ingazeiro	<i>Inga edulis</i> Mart.	Mimosoideae	-	03
13	Jambeiro	<i>Eugenia jambos</i>	Myrtaceae	-	01
14	Laranjeira	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	-	09
15	Limoeiro	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	-	01
16	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	-	02
17	Marizeiro	<i>Poraqueiba Paraensis</i>	Chenopodiaceae	-	30
18	Marupá	<i>Simarouba amara</i>	Simarubáceas	02	-
19	Mirizeiro	<i>Bumélia Nigra</i>	Espécie Nativa	160	-
20	Pajurazeiro	<i>Couepia bracteosa</i>	Fabaceae	01	-
21	Pitombeira	<i>Talisa esculenta</i>	Sapindaceae	-	02
22	Taperebazeiro	<i>Spondias lutea</i>	Anacardiáceas	04	02
23	Tucumanzeiro	<i>Astrocarim aculeatum</i>	Esterculiáceas	01	04
24	Uixizeiro	<i>Endopleura uchi</i>	Humiriaceae	-	01

Fonte: Field True em Fevereiro/2016 - Oliveira, M.C.

Segundo Noda *et. al* (2012), as áreas de *terra firme* do município de Parintins um sistema complexo construído por diferentes paisagens. É o que está sendo apresentado na Tabela 02, cuja amostragem especificada é considerável à diversidade de espécies dispostas em um arranjo espacial em torno das moradias e próximo da água da Mbh Zé Açú. Um fator importante diz respeito ao bosque de mirizeiros (*Bumélia Nigra*), produtor de uma fruta chamada *miri* muito consumida no município de Parintins. Todavia, é uma planta nativa com difícil cultivo, segundo aponta os estudos preliminares constante no Relatório PIBEX-PROEXT-UFAM N.188/2013, de agosto (2014) - *Potencialidade da espécie miri (bumélia nigra) no espodossolo versus manejo da pecuária bovina na comunidade Bom Socorro do Zé Açú (PA Vila Amazônia)*. Essa espécie só foi detectada na área de solo do tipo espodossolo e em forma de galeria nas proximidades da água. Diagnosticou-se a ocupação em uma faixa que ocupa toda a largura da propriedade,

conjugando a sua fisionomia ao sistema agroflorestal espontâneo (SafsE), amostrado no lote 285.

A proprietária do lote 285 informou que no SafsE, as espécies vegetais apresentam a temporalidade que varia de 01 a 40 anos. Em ambas as propriedades da agricultura familiar foram informados que o resultado da produção é utilizado para o consumo da própria unidade familiar e, que, dentre seus múltiplos usos, exercem importância enquanto área de lazer e apoio às atividades domésticas. Em se tratando da espacialização das espécies vegetais em torno das residências, apresentam como importante função, a proteção contra a ação de processos erosivos de sua rede hidrográfica, como é o caso dos *marizeiros* no lote 231. Portanto, muito embora seja uma análise parcial do diagnóstico, verifica-se que essas espécies além da proteção que oferecem contra as intempéries, têm sua importância preponderante que vai da utilidade direta (consumo dos frutos) até o fornecimento dos componentes necessários ao sistema de ciclagem e nutrientes por intermédio de suas folhas, galhos, frutos que deposita no solo.

#### **4. Considerações Finais**

O inventário geográfico realizado mostra a grande diversidade de espécies vegetais como característica marcante dos sistemas agroflorestais espontâneos que possibilita maior dinâmica nas interações complexas em benefício do próprio sistema ambiental, enquanto espaço de produção, lazer e relações sociais no modo de vida das comunidades. A fisionomia da paisagem constituída nas propriedades das unidades familiares manifestou a conexão da relação de espaço e tempo nas impressões das atividades humanas em que diante das variáveis complexas as trilhas culturais se apresentaram imprescindíveis na análise das unidades de paisagens locais no encandeamento de relações entre seus componentes.

Entender a paisagem enquanto expressão da relação entre homem e seu entorno é analisar a geografia a partir das forças que a constituem, sendo para isso necessário se pensar a impressão da fisionomia da paisagem nas localidades de estudo, advindas dos assentamentos pretéritos, ressaltando indicadores à perdurabilidade ambiental da sociodiversidade na potencialização do gênero de vida das famílias da agricultura familiar da Gleba de Vila Amazônia é o que constitui objeto de estudo que se busca efetivar. Analisando dessa forma este momento preliminar da pesquisa, mostra-se a importância do Pré-Teste antes de qualquer iniciativa de obtenção de dados, pois os espaços são diversos na Amazônia e o tempo é a marcação desse compasso que (de) limita o estudo.

#### **Referências**

Ab'Sáber, A. N. (2002). Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados*, São Paulo, Brasil, 16(45), 7-30.

- Bertrand, G. (1966). Pour une etude géographique de la vegetation. *Revue Géographique des Pyrenees et du Sud-Ouest*. Toulouse. (37), 129-145.
- Brondízio, E.; Neves, W. A. (1996). Populações caboclas do estuário do Amazonas: a percepção do ambiente natural. In: PAVAN, C. (Org.). Uma estratégia latino-americana para a Amazônia. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal; São Paulo: Memorial/ UNESP.
- Brunhes, J. (1964). *Geografia Humana*, Barcelona, Editorial Juventud.
- Harvey, D. (2014). *Condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural*. São Paulo: Loyola.
- La blache, P. V. (1911). De l'interpretation géographique des paysages. *Neuvième Congrès International de Géographie* (1908). Compte rendu des travaux du Congrès, Genève. Société générale d'imprimerie, (18), 59-64.
- La Blache, P. V. (1921). *Principios da Geografia Humana*. Lisboa:Cosmos.
- Noda, S. do N. (2012). Paisagens e etnoconhecimentos na agricultura Ticuna e Cocama no alto rio Solimões, Amazonas. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciênc. hum.* (7)2, Belém, mai/ago, 397-416.
- Pachêco, J. B. (2013). *Uso e ocupação da terra e a sustentabilidade ambiental da dinâmica fluvial das microbacias hidrográficas Zé Açu e Tracajá na Amazônia Ocidental*. Tese de Doutorado. Pós-graduação do Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Passos, M. M. dos (2000). Por um estudo da evolução da vegetação – de pirâmide ao NDVI. *Geosul*, Florianópolis, (5)30, 90-110, jul./dez.
- Rodriguez, J. M. M; Silva, E. V; Cavalcanti, A. P. B. (2004). *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza:UFC.
- Vitte, A. C. (2010). O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, (6)11,71-78.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de Caso: planejamentos e métodos*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman.





## INVENTARIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DA PAISAGEM NO GEOSSÍTIO PALOMAS EM SANTANA DO LIVRAMENTO - RS

E. Jorge<sup>(a)</sup>, A. Figueiró<sup>(b)</sup>, D. Ziemann<sup>(c)</sup>.

<sup>(a)</sup> Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria  
eduardadutra04@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria  
adri.geo.ufsm@gmail.com

<sup>(c)</sup> Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria  
djuliazziemann@gmail.com

### Resumo

A globalização nos remete um cenário um tanto quando preocupante em relação à geoconservação. Os modos de produção exploram muito intensamente o meio ambiente, ocasionando uma perda significativa do patrimônio natural. Outra característica que vem sido notada ao longo dos tempos é a segregação de comunidades onde a “modernização” não chega com tanta facilidade, ocasionando uma estagnação sócio-econômica grave. Estratégia de geoconservação vem sendo utilizadas como forma de preservar e trazer uma sustentabilidade as comunidades que vivem e necessitam do patrimônio como fonte de renda.

O geossítio Palomas está localizado no município de Santana do Livramento-RS, no pampa gaúcho, que a muito vem sendo alvo de atividades agropecuárias, ocasionando perdas significativas do seu ambiente natural. Uma proposta de interpretação, buscando um desenvolvimento sustentável do patrimônio nos garante um desenvolvimento sustentável para a região, assim como a preservação do patrimônio natural.

**Palavras chave:** Geoconservação, geoturismo, geossítio, Palomas, desenvolvimento sustentável.

### 1. Introdução

Atualmente, nota-se um aumento da população na procura por atividades voltadas a natureza e no Brasil, que por ser um país continental possui uma geodiversidade extremamente abundante. Segundo Stanley (2000), ao falarmos de geodiversidade, nos deparamos com um conceito muito recente, representando a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagem.

Esse aumento na procura pela natureza nos revela uma realidade onde a população estabelece espaços de contemplação, que possuem particularidades e características, trazendo o homem ainda mais junto da natureza. Essas particularidades são, em alguns casos geopatrimônios que, tornam-se símbolo de uma região.

Geopatrimônio pode ser definido como estruturas abióticas que estão nos geossítios de um determinado território, isto é, o que melhor representa a geodiversidade de uma determinada região (FIGUEIRÓ; VIEIRA; CUNHA, 2013).

O geoturismo é uma subdivisão do turismo que permite a divulgação, junto com a conservação dos geopatrimônios, mostrando ser a melhor forma de se chegar ao um desenvolvimento sustentável de uma região. Entende-se por geoturismo um seguimento do turismo que tem o geopatrimônio como seu principal atrativo, e ao mesmo tempo busca a sua conservação e proteção dos seus recursos e da sustentabilidade turística (RUCHIKYS, 2007, p. 23).

No município de Santana do Livramento, podemos notar a presença do geoturismo, de maneira superficial ainda, com alguns projetos que tem sido realizados tendo como foco o Cerro de Palomas. Estratégias como projetos de vinícolas, usam a imagem do geossítio como geoproduto. Também a sendo desenvolvido o turismo radical, com trilhas e caminhadas sobre e ao redor do local.

Assim, o projeto teve por finalidade caracterizar previamente o potencial geoturístico do geossítio Palomas, em Santana do Livramento/RS. Os objetivos são: a) Discutir as ações realizadas na área de estudo quanto a utilização geoturística do geossítio, b) Apontar os entraves quanto ao desenvolvimento do geoturismo na área de estudo.

A metodologia usada se deu primeiramente em um levantamento bibliográfico de publicações acerca do geossítio, logo em seguida foram realizadas entrevistas com os atores sociais responsáveis pelas atividades referentes ao Cerro Palomas e por fim, um trabalho de campo a fim de recolher dados e imagens do Geossítio.

## **2. Geodiversidade do Cerro Palomas**

O Geossítio Palomas encontra-se a sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, no município de Santana do Livramento, na Cuesta do Haedo, unidade geomorfológica caracterizada por um baixo planalto, que abrande, também, o noroeste da República Oriental do Uruguai. Com leve caimento leste/oeste, é caracterizada com uma área de relevo homoclinal, dissimétrico com front voltado para leste, cujo reverso decai suavemente em direção ao rio Uruguai. No Brasil, triangula-se por Uruguaiana, Alegrete, Rosário do Sul e Santana do Livramento, na região caracterizada fitogeograficamente pelo bioma pampa.

É uma província morfológica constituída, em sua maioria, por áreas de campos limpos, pastagens e zonas agrícolas onde se pratica o uso intensivo no verão, bem como os campos subarbustivos ligados à intensa atividade pastoril. Há a característica pelas litologias representativas da Formação Botucatu (Jurássico), constituída de arenitos eólicos avermelhados, meios e finos, com estratificação cruzada em cunha, e Formação Serra Geral (Juro-cretáceo), formada de rochas vulcânicas, oriundas do vulcanismo de fissuras, principalmente basalto. Sendo assim, apresenta resquícios do Planalto Basáltico em sua composição rochosa. A altitude média é de 100 metros, mas chega a cerca de 300 metros em algumas áreas isoladas, como no

cerro do Jarau em Quaraí e nos morros que constituem as bordas extremas orientais, como o cerro Palomas (320 metros) em Santana do Livramento (PILAU, 2011), justificando o seu formato de “mesa” indicado na figura 1.

Outro fato que contribui para a preservação e a forma do Cerro Palomas é que ele possui encostas retilíneas e côncavas, subjacentes do Paleodeserto Guará, que possui uma erosão mais lenta.

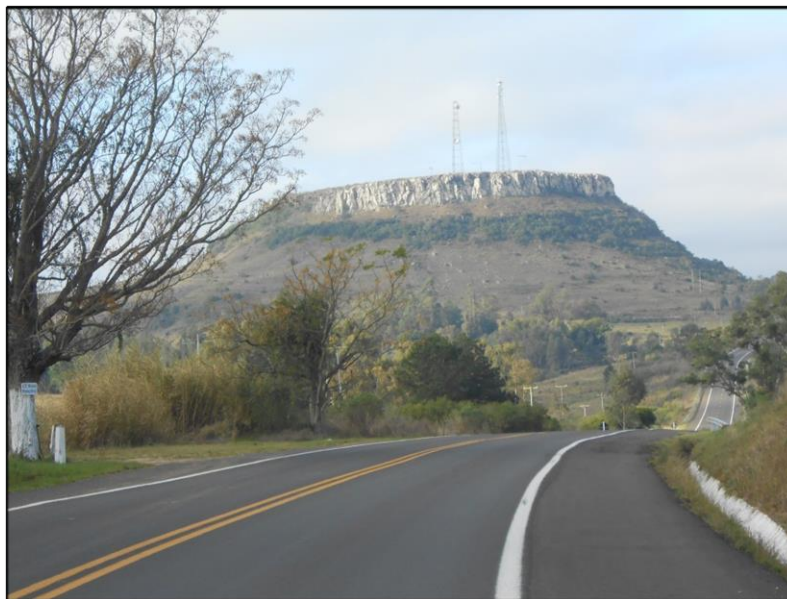


Figura 1 - Cerro Palomas fotografado da Br 293.

### **3. Ações realizadas no geossítio relacionadas ao geoturismo**

Pelo fato do geossítio possuir o relevo de formato bem significativo, seu potencial turístico já é reconhecido na região. O turismo de aventura é uma das praticas adotadas pela população, onde o escalador Edson Struminski, elaborou uma série de trilhas (figura 2), que vão do topo à base do geossítio, e também houve a instalação de uma infraestrutura para a realização do esporte.

Além do seu potencial para a modalidade radical do turismo, a região possui um considerável potencial para o turismo rural. O projeto Ferradura dos Vinhedos, realizado por um grupo de professores da Universidade Federal do Pampa em parceria com a Prefeitura Municipal, onde tem como proposta o uso adequado dos potenciais naturais, histórico, patrimonial e cultural, combinados à produção de vinho. A principal meta é o desenvolvimento empreendedor no campo do turismo. A expedição pode ser percorrida durante a manhã, oportunizando aos visitantes conhecer os dez pontos do roteiro (figura 3), degustação das bebidas e a gastronomia local. (Nazario, 2013)

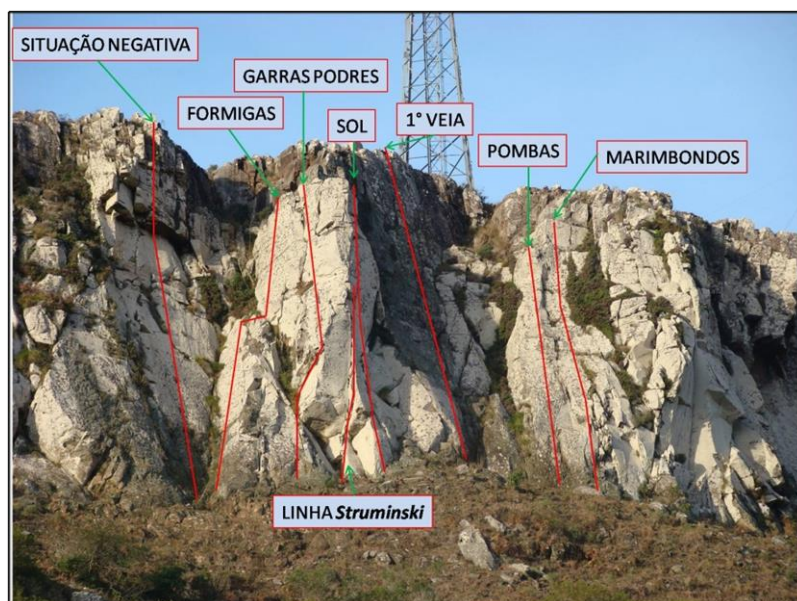


Figura 2 - Indicações de trilhas.

Fonte: STRUMINSKY (2014).



Figura 3 - Folheto ilustrativo oferecido à comunidade da Expedição Ferradura dos Vinhedos.

O Cerro Palomas, além de ser usado como estratégia de desenvolvimento geoturístico da região pelo projeto Ferradura dos Vinhedos, sua imagem vem sendo utilizada, sob fins comerciais em rótulos dos vinhos de algumas vinícolas da região, como a Almadém e a Santa Colina, constituindo, assim, uma série de característicos geoprodutos. (Figura 4 e 5)



Figura 4 e 5 - Vinhos produzidos em Santana do Livramento pelas vinícolas Almadém e Santa Colina

Em uma área próxima ao Cerro Palomas também podemos observar a existência icnofóssies encontrados nas rochas pertencentes a Formação Guará. São escavações simples, feitas por invertebrados terrestres (figura 6A) e pegadas de dinossauros saurópodes (figura 6B).

No Brasil encontrar restos fósseis de dinossauros da era Jurássica é raro pelas condições de aridez do Paleodeserto Guará, mas a existência de pegadas é bem comum. Esses registros são usados de forma a obtermos informações de vivência dos animais naquela época, por exemplo, a velocidade e o modo de caminhar, além de estipular um peso e tamanho dos animais. (Georoteiros)



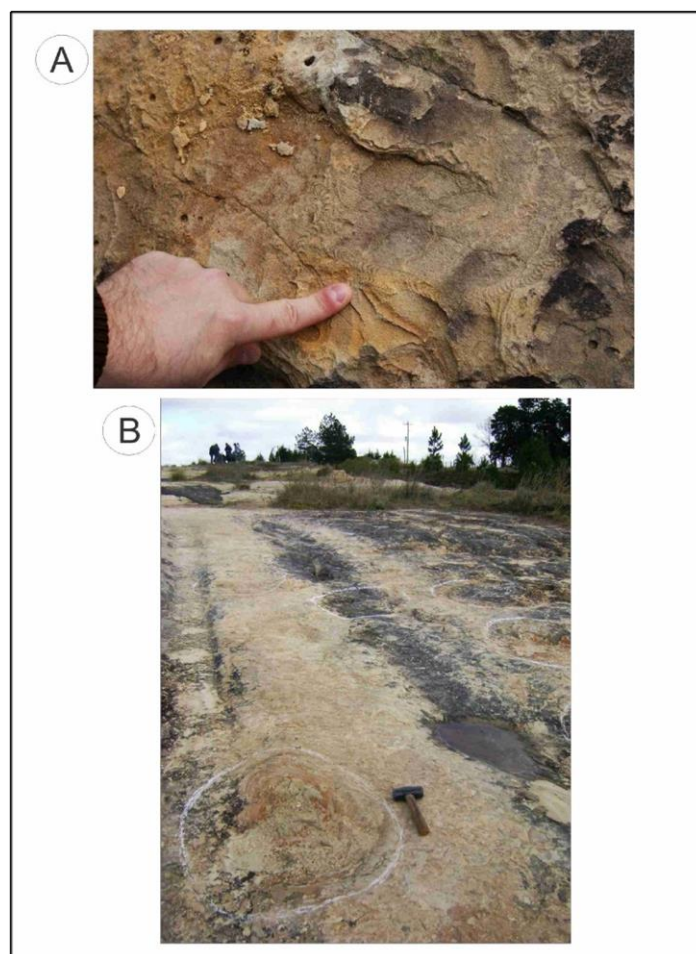


Figura 6 - Icnofóssies observados próximos ao Cerro Palomas: A – pequenos caminhos gerados por invertebrados; B – Pegadas de dinossauros saurópodes.

Fonte: Georoteiros 2016.

As pegadas não possuem marcas de dedos, tendo o formato arredondado, provavelmente caracterizando a pata dianteira do dinossauro. Segundo a morfologia e o tamanho das pegadas seria um dinossauro saurópode com o tamanho corporal de um elefante atual. Estão preservadas em rochas intemperadas como interdunas úmido (figura 7A e 7B), podendo ser notadas tanto em corte vertical quanto em planta. (Dias, A. C. 2007)

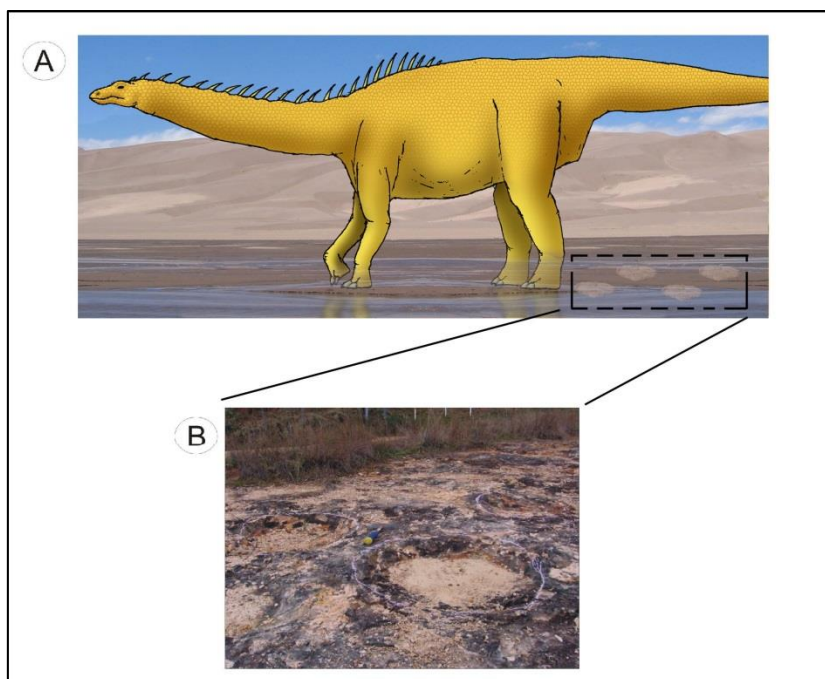


Figura 7: A – Reconstrução do antigo ambiente onde as pegadas teriam sido geradas; B – Registro das pegadas do dinossauro nas rochas.

Fonte: Georoteiros.

Outra característica que encontramos ao subir no topo do Cerro Palomas é o belo mirante natural, onde se é permitido observar todas as vinícolas existentes na região, e o relevo típico da região, com alguns geossítios como o Cerro da Cruz.



Figura 8: A – Foto tirada do Topo do Cerro Palomas; B – Cerro Palomas fotografado da vinícola Almadém.

#### 4. Perspectivas futuras para a utilização geoturística do Cerro Palomas

O Cerro Palomas possui uma variedade de potencialidades para o desenvolvimento do geoturismo no qual proporciona um desenvolvimento pra região e uma preservação adequada do



geossítio, mas isso não vem sendo desenvolvido pelo fato de não existir nenhuma iniciativa do poder público em desenvolver algum projeto nesse sentido.

Diversos são os problemas que vem sido presenciados no geossítio, referentes ao uso inadequado das trilhas, ocasionando um agravamento da erosão, o pisoteamento do gado (Figura 9A) e o descarte indevido de lixo ao topo do Cerro (Figura 9B). Além disso existe um passivo ambiental, onde existem duas torres de transmissão de sinal de celular, sendo que uma delas está desativada a alguns anos. Segundo o Plano Diretor do município de Santana do Livramento, as torres deve ser regulamentadas a, no máximo, 12 metros de altura, mas nenhum trabalho foi realizado para acompanhar a situação atual das torres (Figura 9C).

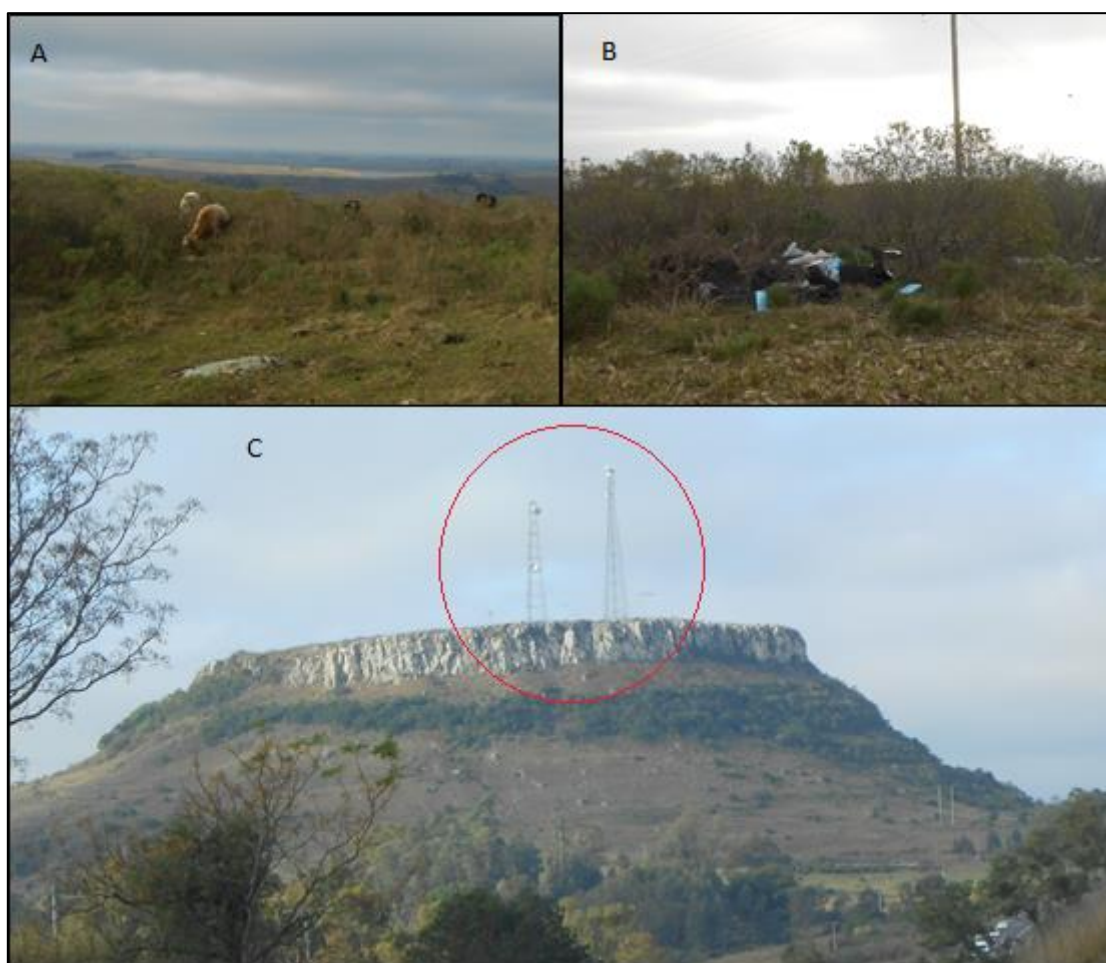


Figura 9: A – Gado pastando sobre o topo do Cerro Palomas; B – Descarte indevido de resíduos sólidos encontrado em alguns trechos da trilha improvisada sobre o topo do Cerro Palomas; C – Indicado pelo círculo vermelho, as duas torres de transmissão de sinal de Celular.

## 5. Considerações Finais

Para que o geoturismo seja desenvolvido de maneira adequada, o geopatrimônio deve estar devidamente conservado, para que suas características sejam preservadas por muito tempo. Para

que isso seja possível, todos os agentes envolvidos no patrimônio devem exercer seu papel de preservação, fazendo com que o geopatrimônio se desenvolva ainda mais.

Diversas são as possibilidades de um desenvolvimento geoturístico no Cerro Palomas, mas só está faltando uma iniciativa municipal e um projeto, para divulgação, ações como a de valorização, para acarretar em um benefício econômico e ambiental para o local.

Portanto, foi caracterizados todos os potenciais geoturísticos do Cerro Palomas, e também foram apontados os problemas que veem sido vivenciados no geossítio.

## 6. Bibliografia

- BRILHA J. (2005). Patrimônio Geológico e Geoconservação. *A Conservação da Natureza na sua vertente Geológica*. Viséu: Palimage Editores.
- DIAS, P. C. D. (2007). Tafonomia dos Icnofósseis de Vertebrados da Formação Guará (Jurássico Superior), RS, Brasil. (pp. 28–36). Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.
- DEGRANDI, S.M.; FIGUEIRÓ, A.S. (2012). Patrimônio Natural e Geoconservação: a geodiversidade do município gaúcho de Caçapava do Sul. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, São Paulo, (pp.173-196).
- FIGUEIRÓ, A. S.; VIEIRA, A. A. B.; CUNHA, L. Patrimônio geomorfológico e paisagem como base para o geoturismo e o desenvolvimento local sustentável. *CLIMEP Climatologia e estudos de paisagem*, v.8, p.49-80, 2013.
- GUIMARÃES, R. P. A (2001) Ética da sustentabilidade e a formulação de políticas de desenvolvimento. In VIANA, G., SILVA, M., DINIZ, N. (org.). *O desafio da Sustentabilidade: Um debate socioambiental o Brasil*. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo.
- GEOROTEIROS. Disponível em: <http://www.georoteiros.com.br/Inicio.html>. [Acesso em: 15 de março de 2016].
- HOSE, T. A. (2000) “Geoturismo” europeo. *Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas*. In: BARRETINO, D; WINBLEDON, W.A.P; GALLEGOS, E. (eds). *Patrimonio geológico: conservación y gestión*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Machado, R.B., M.B. Ramos Neto, P. Pereira, E. Caldas, D. Gonçalves, N. Santos, K. Tabor & M. Steininger. (2004) Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Conservation International do Brasil, Brasília*.
- MINISTÉRIO DO TURISMO. (2010). Turismo de estudos e intercâmbio: *orientações básicas*. 2 ed, Brasília, BR. (pp 24-25).
- PILAU, E. M. (2011). Perspectivas Geográficas Pertinentes para uma Análise Integrada da Cuesta do Haedo Brasil-Uruguaí. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, RS.
- RUCHKYS, U. de A. (2007). Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO. 211 p. Tese de Doutorado. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.
- SORIANO, A., LEÓN, R.J.C., SALA, O.E., LAVADO, R.S., DEREGBUS, V.A., CAHUEPÉ, O., SCAGLIA, A., VELAZQUEZ, C.A.; LEMCOFF, J.H. Río de la Plata Grasslands. In: COUPLAND, R.T. (Ed.). (1992) *Natural Grasslands: Introduction and Western Hemisphere*. *Série Ecosystems of the World*, Vol.8. Amsterdam: Elsevier.
- STANLEY, M. 2000. Geodiversity. *Earth Heritage*, 14:15-18



## **EXPANSÃO URBANA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS: O CASO DOS BAIRROS SIM E SANTO ANTÔNIO DOS PRAZERES EM FEIRA DE SANTANA, BAHIA (BRASIL)**

A. C. da Silva <sup>(a)</sup> e J. B. de Souza <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> INFORMS/CONDER  
alinecorreiadasilva@gmail.com

<sup>(b)</sup> PUC MINAS  
profjbatista@yahoo.com

### **Resumo**

Esta pesquisa buscou avaliar as consequências ambientais da ocupação urbana através da expansão imobiliária nos bairros Santo Antônio dos Prazeres e SIM, município de Feira de Santana – Bahia. Para tanto, foi realizado levantamento bibliográfico sobre os principais temas abordados; utilização de imagem da plataforma *Google Earth* dos anos de 1998 e 2014, para analisar e quantificar o total de área edificada e, consequentemente, área desmatada; levantamento do processo de ocupação urbana dos bairros e realizada pesquisa *in loco* para conhecer a área de estudo. Os resultados mostram aumento da área edificada de 4,35%, em 1998, para 25,38%, em 2014, com perspectiva de crescimento devido a especulação imobiliária nos referidos bairros. Os principais impactos ambientais encontrados, de forma qualitativa, devido à ação antrópica, foram: alteração da topografia, geração de resíduos sólidos, geração de efluentes, compactação do solo e consequente aumento de erosão, geração de ruídos, supressão da vegetação e habitats.

### **1. Introdução**

A urbanização brasileira foi intensificada na década de 1930, fortemente influenciada pelo processo de industrialização que se iniciava nesse momento. O avanço da indústria acarretou uma série de mudanças socioespaciais nas áreas urbanas e rurais, principalmente devido à mecanização do campo e à oferta de empregos na cidade. Sendo assim, a partir da década de 1970 a população urbana suplantou a rural, e esse fenômeno, denominado êxodo rural, segue uma curva de crescimento até os dias atuais.

Seguindo uma tendência nacional, na década de 1970 a população urbana (aproximadamente 70%) de Feira de Santana ultrapassou a população rural (aproximadamente 30%) (IBGE, 2007). Com isso, a cidade que até então se limitava ao Anel de Contorno Rodoviário, cresceu para além do mesmo, dando origem a novos bairros em áreas que eram predominantemente rurais, como os bairros Santo Antônio dos Prazeres e SIM (Serviço de Integração do Migrante).

Até a década de 1990, o poder público foi o principal agente imobiliário no município, através da construção de conjuntos habitacionais e obras de infraestrutura para atender a demanda dos novos bairros. Porém, a partir da década de 1990, a iniciativa privada se transforma no grande

agente imobiliário através da construção de condomínios. No entanto a lógica de crescimento urbano se dá sem planejamento e controle, apenas atendendo aos interesses das incorporadoras imobiliárias.

Nos últimos 15 anos a expansão imobiliária em Feira de Santana avançou nos eixos norte e leste da cidade, provavelmente devido ao relevo plano e a facilidade de acesso a BR-324, estrada que liga Feira de Santana a Salvador, capital baiana. Os bairros Santo Antônio dos Prazeres e SIM foram uns dos mais afetados por essa expansão, pois a ocupação urbana acarretou uma série de transformações no espaço geográfico. Podendo-se inferir também impactos ambientais negativos decorrentes, como é comum na maior parte das cidades brasileiras, onde a expansão urbana ocorre sem planejamento e ditada pela iniciativa privada através da especulação imobiliária.

Compreender as mudanças, principalmente naturais, ocorridas nos referidos bairros é fundamental para propor medidas mitigadoras dos problemas encontrados e subsidiar as ações e o planejamento, por partes de gestores municipais e de empreendedores imobiliários, no sentido de corrigir e evitar futuras complicações na área que ainda dispõe de áreas propícias à expansão urbana.

Devido à problemática, o objetivo geral deste artigo foi avaliar as consequências ambientais da ocupação urbana através da expansão imobiliária nos bairros Santo Antônio dos Prazeres e SIM, em Feira de Santana – Bahia, com auxílio de geotecnologias. Para tanto, foram elencados como objetivos específicos: i) Conhecer acerca do ambiente natural (atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera) e social (configuração do espaço) nos bairros estudados, pré expansão urbana; ii) Identificar as mudanças de características socioeconômicas e biogeofísicas do local proposto após a expansão urbana; iii) Identificar os principais impactos ambientais causados entre 1998 e 2014.

### **1.1. Área de estudo**

Feira de Santana (Figura 1) é o segundo maior município do Estado da Bahia, com uma população residente de aproximadamente 600.000 habitantes (IBGE, 2010), área aproximada de 1.337.988 km<sup>2</sup> e densidade populacional de 416,03 hab/km<sup>2</sup>. Situa-se a 109km a noroeste da capital baiana, entre as coordenadas 38°96'W e 12°26'S. Possui 8 distritos: Sede, Bonfim de Feira, Governador João Durval Carneiro, Humildes, Jaguará, Jaíba, Maria Quitéria e Tiquarucu. Caracteriza-se como uma zona de planície entre o Recôncavo e os tabuleiros semi-áridos do nordeste baiano (FEIRA DE SANTANA, 2009). Tem como substrato um Tabuleiro

Sedimentar, possui algumas lagoas e nascentes, importantes aportes para os rios Rios Jacuípe, Pojuca e Subaé.

De acordo com dados obtidos junto à Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, o clima de Feira de Santana é subúmido (As), de acordo com a classificação de Köppen (1948), e seco subúmido, megatérmico (C2rA'a') na classificação de Thorthwaite & Matther (1955). A temperatura média anual é de 24° e a pluviosidade média anual é de 848mm. Existem dois períodos distintos: de outubro a janeiro é o mais quente, com temperaturas superiores a 30°C; nos meses de junho a agosto são registradas as menores temperaturas, próximas a 20°C. Quanto à pluviosidade, é maior em março, abril e maio e menor nos meses de agosto, setembro e outubro. Vale ressaltar que entre novembro e janeiro ocorrem chuvas torrenciais, acompanhadas por trovoadas.

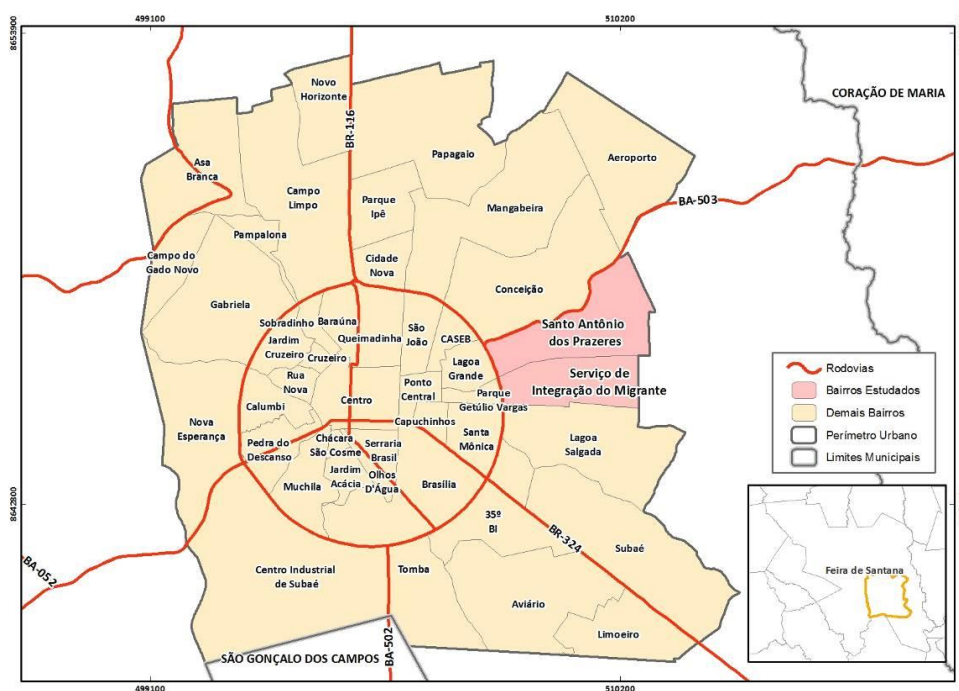


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. Elaborado pelos autores.

A vegetação da região é do tipo “contato caatinga- floresta estacional e floresta estacional decidual, disposta em relevos do tipo pediplano sertanejo, tabuleiros interioranos e tabuleiros pré-litorâneos” (VARGAS, 2008).

## 2. Referencial teórico

A urbanização é o processo de produção do espaço onde o meio, antes rural ou natural, passa por alterações de caráter físicas e sociais. Isso ocorre devido ao valor que é agregado à terra por

meio do trabalho, mercantilizando-a. De acordo com Alves (2009) a urbanização é resultado mercantilização da terra, como estabelecido pelo sistema capitalista, em que o solo ganha valor em conjunto com a infraestrutura que recebe, pelas atividades econômicas que abriga e por uma série de valores culturais variantes no tempo que lhe são também agregados.

Na maior parte dos casos, a urbanização esteve atrelada a industrialização, em que a mecanização do campo, com conseqüente redução da demanda de mão de obra, e a oferta de empregos nas indústrias, atraiu a população para as cidades. Em grande parte das cidades brasileiras, esse processo se deu de forma desordenada, em locais impróprios, acarretando uma série de problemas ambientais. Isto ocorre, em parte, porque a apropriação de novos espaços naturais, transformando-o em espaço urbano, atende aos interesses econômicos e tem sido conduzida pela iniciativa privada, causando segregação espacial e social. Para Damas (2005, p. 94) esse processo leva à “desvalorização da paisagem natural, e uma valorização de paisagens artificiais, que surgem com objetivo de intensificar a especulação imobiliária”.

De acordo com Ab' Saber (2003, p. 10):

“Mais do que simples *espaços territoriais*, os povos herdaram paisagens e ecologias, pelas quais certamente são responsáveis. Desde os mais altos escalões do governo e da administração até o mais simples cidadão, todos têm uma parcela de responsabilidade permanente, no sentido da utilização não predatória dessa herança única que é a paisagem terrestre. Para tanto, há que conhecer melhor as limitações de uso específicas de cada tipo de espaço e de paisagem. Há que procurar obter indicações mais racionais, para preservação do equilíbrio fisiográfico e ecológico”.

Sendo assim, é necessário que a utilização do espaço e o parcelamento do solo urbano seja regido por legislação coerente com as necessidades sociais e com a conservação do meio natural, como a Lei Federal 6.766 de 19 de dezembro de 1979 que dispõe sobre o parcelamento urbano, evitando a segregação socioespacial e a degradação ambiental.

Os principais impactos ambientais causados pela forma inadequada de ocupação do solo urbano são conhecidos: alterações na composição química e física dos solos, contaminação de corpos hídricos, poluição do ar, erosão, ilhas de calor, inversão térmica, dentre outros. De acordo com a Resolução 001 do CONAMA/1986, é considerado impacto ambiental

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria e energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais”.

Se utilizarmos como exemplo uma das ações antrópicas, o desmatamento, teremos noção da real dimensão dos impactos que ela pode causar: As árvores, devido ao seu processo de evapotranspiração, contribuem para amenizar o microclima de uma área, consequentemente atribuindo mais conforto térmico para população. De acordo com Costa & Ferreira (2008) *apud* Copque *et al.* (2011), uma árvore pode transpirar até 400 litros de água diariamente, interferindo no efeito térmico sobre sua vizinhança equivalente a cinco condicionadores de ar com capacidade de 2.500 kcal cada um. Assim pode-se inferir o quanto que um bairro perde, ao suprimir a vegetação, em conforto térmico e qualidade do ar, visto que as árvores também têm capacidade de reduzir poluentes no ar. Além das alterações físicas, químicas e biológicas do solo, com consequente aumento da erosão, assoreamento de rios, etc.

De acordo com Santos & Santos (2012), em Feira de Santana, a partir da década de 90, começaram a surgir os condomínios fechados, “a iniciativa privada passou a exercer uma função determinante no crescimento da cidade. A especulação imobiliária se tornou o direcionador dos vetores de expansão e o valor da terra aumentou absurdamente”. A figura 2 mostra a localização dos condomínios fechados entre 1995 e 2010. Nela, é possível observar que nos bairros SIM e Sto. Antônio dos Prazeres, os condomínios fechados surgiram após 2005, pois esta porção do município é um dos principais vetores de crescimento atualmente.

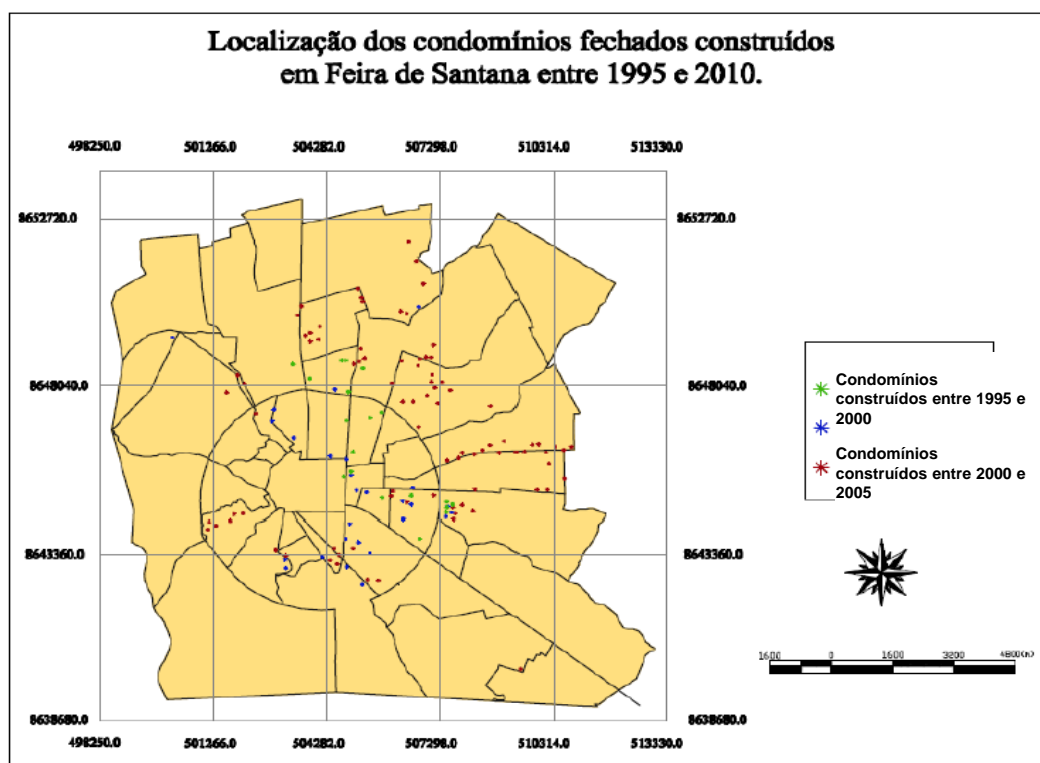


Figura 2 - Localização dos condomínios fechados em Feira de Santana entre 1995 e 2010. Fonte: Santos & Santos, 2012.



### 3. Procedimentos metodológicos

O recorte espacial desta pesquisa são os bairros Santo Antônio dos Prazeres e SIM, situados na porção leste do município de Feira Santana. Para proceder a análise proposta na pesquisa elegeu-se a abordagem qualitativa para nortear os métodos, as técnicas de investigação *in loco* e os procedimentos investigatórios, bem como para analisar, classificar e interpretar as informações obtidas nas imagens de satélite e coletadas em trabalho de campo (PÁDUA, 2004).

Inicialmente foi feito levantamento bibliográfico sobre os principais temas abordados: expansão urbana, impactos ambientais e SIG, através de consultas em livros, periódicos e revistas, visitas a páginas da Internet, trabalhos acadêmicos, etc. Em seguida, elaboramos a caracterização socioeconômica e fisiográfica da área de estudo (aspectos sociais, econômicos, clima, hidrografia, geomorfologia, solos...).

O próximo passo foi a vetorização da área edificada, utilizando a Plataforma Google Earth, para quantificar o aumento da área urbana e, conseqüente redução da vegetação em dois períodos distintos, 1998 e 2014. O Google Earth é um aplicativo que permite que o usuário explore o planeta virtualmente através de mosaicos de imagens dos satélites de alta resolução espacial Landsat, Ikonos, Quickbird, Spot. As imagens disponibilizadas possuem, para a maioria dos locais, 15 metros de resolução espacial.

De posse dessas informações, partimos para análise documental onde foi analisado o histórico da evolução urbana dos bairros e seus conseqüentes impactos ambientais negativos, estes que foram corroborados através de trabalho de campo. Neste, também foi feito registro fotográfico. Por fim, foram propostas medidas mitigadoras para os problemas encontrados.

### 4. Alterações ambientais nos bairros SIM e Santo Antônio dos Prazeres

Os bairros SIM e Sto. Antônio dos Prazeres possuem, juntos, 8.658.144,95m<sup>2</sup>. A quantificação da área edificada nos anos de 1998 e 2014 evidencia o aumento da expansão urbana nesse período, respectivamente, 376.684,26m<sup>2</sup> e 2.198.129,31m<sup>2</sup>. Em valores relativos, em 1998, a área edificada correspondia a 4,35% da área total, já em 2014 esse valor aumentou para 25,38% (Figura 3).

#### **4.1 Ambiente Biogeofísico**

##### **Biota**

Devido às características da área existem remanescentes de vegetação em estágio secundário de recuperação, além da presença de espécies frutíferas devido ao tipo de ocupação inicial da área, sítios e chácaras. A vegetação da área é caracterizada como de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e a Caatinga, sendo esta a predominante. As espécies encontradas são frutíferas introduzidas como cajueiro, mangueira, jaqueira e coqueiro. Encontra-se antropizada devido às ações desenvolvidas ao longo do tempo (pastagens, extração clandestina de areia, instalação de pequenos sítios, introdução de pomares, cultivo, construção de edificações residenciais).

##### **Recursos hídricos**

A hidrologia do município de Feira de Santana caracteriza-se pela existência de diversas lagoas e nascentes e três bacias hidrográficas: Bacia do Rio Jacuípe, Bacia do Rio Pojuca e Bacia do Rio Subaé.

A Bacia do Rio Pojuca abrange parte da zona rural de Feira de Santana e os municípios de Irará, Coração de Maria, Terra Nova, Teodoro Sampaio, Alagoinhas, Catu, Pojuca, Mata de São João e Camaçari. A área de estudo está situada na área de influência do setor de abastecimento Zona Norte I (Bacia do Pojuca), cuja quase toda a sua área já sofreu interferência humana.



Figura 3 - Área edificada nos anos 1998 e 2014. Elaborado pelos autores.

## **Clima**

O clima urbano é influenciado por uma cerca de fatores locais, resultante das condições particulares de um determinado local. Assim, num mesmo centro urbano irá ocorrer diferença de temperaturas. A cidade modifica o clima através de alterações complexas na superfície, podendo alterar a ventilação, umidade e precipitações, resultando, na maioria das vezes, em condições adversas. Os bairros Santo Antônio dos Prazeres e SIM, que tiveram expressivo aumento da área edificada no período analisado, estão localizados na parte da cidade que possui tipologia climática sub-úmido a seco, apresentando temperaturas médias de 18,4°C a 25,3°C. Não foi feita análise quantitativa dos elementos do clima nos referidos bairros, porém pode-se inferir situações comuns e já comprovadas por estudos em diversos locais como alteração da circulação atmosférica nas áreas onde há construções elevadas, e a qualidade do ar prejudicada, uma vez que a vegetação é suprimida.

## **Solo**

Solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006). O solo corresponde a uma reserva de nutrientes necessários para as plantas e é componente essencial para as atividades humanas.

A área de estudo, que tem como classe de solo Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico, encontra-se num processo de erosão do solo, pois a supressão vegetal, a compactação, terraplanagem e a alteração microclimática, resultantes da instalação de equipamentos urbanos, intervêm nas características físicas, químicas e biológicas do mesmo. Essa maneira inadequada de utilização resulta da falta de planejamento do uso do solo, e pode levar à deterioração ambiental como os processos de erosão intensos, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d'água.

## **4.2. Ambiente Socioeconômico**

### **Saneamento**

Toda a água da chuva da região é rapidamente drenada para Zona Norte I (Bacia do Rio Pojuca). O sistema de drenagem pluvial previsto foi concebido visando o escoamento na Bacia

do Pojuca. A implantação de uma drenagem adequada às áreas urbanas é absolutamente necessária à preservação e promoção da saúde pública em geral. O sistema de águas pluviais prevê a condução das águas por meio de calhas, condutores e ligações na rede, será de modo geral, superficial, através sarjetas.

De acordo com a EMBASA, a área estabelecida para a construção dos empreendimentos imobiliários que surgem a todo instante nos bairros, está situada em um local onde existe rede capaz de atendê-los, desde que seja construída uma rede coletora tipo separador absoluto, encaminhando os efluentes domésticos gerados nos empreendimentos para um coletor público, através de rede de recalque. Este coletor encaminhará os esgotos para estação de tratamento de efluentes da EMBASA.

### **Social**

A segregação espacial existente dentro dos bairros é bastante perceptível à medida que ao percorremos, um bom observador consegue notar os contrastes sociais existentes entre os condomínios fechados, voltados para as classes baixa, média e alta, e as chácaras e casas simples dos antigos moradores, os quais, alguns tentam conviver com essas mudanças, já outros, vendem seus terrenos para as construtoras.

O sistema de transporte urbano é precário, possuindo poucas linhas de ônibus cujo destino sejam essa região. Existe na região uma escola privada de nível superior, a Faculdade de Ciência e Tecnologia (FTC), sendo ela responsável por um grande incentivo do governo na região, principalmente em infraestrutura urbana.

No bairro SIM funciona a CASE (Comunidade de Atendimento Socieducativa) Juiz Melo Matos, localizada à Rua Artêmia Pires Freitas, nas proximidades da Faculdade de Ciência e Tecnologia. É vinculada à Secretaria Estadual de Desenvolvimento Social e Combate à Pobreza e à Fundação da Criança e do Adolescente (FUNDAC).

### **Trabalho**

Nos bairros, atualmente, há oportunidades de empregos temporários nas construções dos condomínios que estão em ascensão. São diversas construções, as quais necessitam de muita mão-de-obra, serviços e dos mais diversos tipos de materiais de construção. No Bairro SIM o comércio local é praticamente imperceptível, já que os terrenos têm sido adquiridos por construtoras residenciais. Também não possui indústrias nem outros tipos de serviços que absorvam mão-de-obra.

## 5. Considerações finais

O uso e apropriação do espaço encontram-se, no momento, em processo desconstrução da paisagem rural devido ao grande número de empreendimentos imobiliários. Os principais impactos ambientais encontrados, de forma qualitativa, devido à ação antrópica, os quais não são só negativos, foram: Alteração da topografia, geração de resíduos sólidos, geração de efluentes, compactação do solo e consequente aumento de erosão, geração de ruídos, supressão da vegetação e habitats, demanda de bens e serviços e geração de emprego.

Recomenda-se o estudo de uso e ocupação do solo, que pode ser entendido como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem e que consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização, seja antrópica ou pela caracterização dos atributos naturais que revestem o solo (Ferreira, 2005). Através dos resultados dos estudos de uso e ocupação do solo é permitido o planejamento territorial visando adequada ordenação espacial e sua exploração de forma produtiva e conservacionista, bem como identificar problemas ambientais que resultam do mau uso do solo.

As alterações causadas nos bairros Santo Antônio dos Prazeres e SIM precisam ser fiscalizadas pelos órgãos municipais competentes, já que o município possui legislação própria de uso e ocupação do solo e de licenciamento ambiental, mas nos referidos bairros, parece que estas não estão sendo seguidas.

## 6. Bibliografia

- Ab'Sáber, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo, Ateliê editorial, 2003.
- CASE Juiz Melo Matos. Disponível em: <[http://www.fundac.ba.gov.br/?page\\_id=197](http://www.fundac.ba.gov.br/?page_id=197)> Acesso em: 15 de março 2016.
- Copque, A. C. da S., Souza, F. A., Santos, D. V. de C. e Paixão, R. C. da. (2011). Expansão urbana e redução de áreas verdes na localidade do Cabula VI, Região do miolo da cidade do Salvador, Bahia. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, PR, Brasil, INPE, 0706-0713.
- Damas, T (2005) Expansão urbana e a problemática ambiental - estudo de caso do Lago Jaboti, Apucarana (PR). Caminhos de Geografia - Revista *on line*. Instituto de Geografia – UFU, 10(15), 93-107, junho 2005.
- EMBRAPA (2006) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 306p.
- FEIRA DE SANTANA. Site oficial da Prefeitura Municipal de Feira de Santana. Disponível em <<http://www.feiradesantana.ba.gov.br/>>. Acesso em 18 de março de 2016.
- IBGE (2007) Estatísticas do Século XX. Rio de Janeiro, IBGE.
- IBGE (2010) Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, IBGE.
- Pádua, E. M. M. (2004) Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática. 10ª edição. São Paulo: Papirus.

Santos, B. S. e Santos, R. L. (2012) Análise espacial aplicada à expansão de condomínios fechados na cidade de Feira de Santana (BA). in: Anais do Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação, Recife, v. I. p. 1-1.

## **7. Agradecimentos**

PUC MINAS, INFORMS/CONDER.

## **EFFECTOS DE LOS CAMBIOS DE USO DE SUELO EN LA DIVERSIDAD PAISAJÍSTICA Y CULTURAL DE LA CUENCA DEL LAGO CUCAO 1961 - 2015<sup>1</sup>**

L. A. Reyes<sup>(a)</sup>, E. J. e Castillo<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidad de Concepción  
letistudillo@udec.cl

<sup>(b)</sup> Universidad Católica de la Santísima Concepción  
edjaque@udec.cl

### **Resumen**

Los paisajes de la Cuenca del Lago Cucao, en la Isla Grande de Chiloé al sur de los 42° de latitud, ha sufrido fuertes transformaciones en los últimos 50 años, debido principalmente al cambio de coberturas de suelo, asociadas a la implementación del modelo forestal chileno. Evaluamos la dinámica espacial de los usos de suelo a través de fotointerpretación de fotografías aéreas del SAF de 1961 y de clasificación supervisada imágenes satelitales en el periodo 1975 y 2015, con el propósito de relevar el efecto de esos cambios de coberturas de suelo, en los paisajes naturales y culturales de la Isla.

**Palabras Claves:** Chiloé, Uso de Suelo, Diversidad.

### **1. Introducción**

En Chile las transformaciones que han afectado al paisaje han significado un deterioro de los recursos naturales, escénicos y culturales, debido al accionar del hombre sobre el medio mediante el sobrepastoreo y la utilización del suelo para actividades agrícolas mal desarrolladas, tala, expansión urbana y la forestación de áreas destinadas con anterioridad a otros usos, tales como praderas naturales y/o bosque nativo.

La Cuenca del Lago Cucao inserta en la región de los Lagos, (41° - 43° Sur) es parte de la provincia de Chiloé (Figura 1), cuya superficie alcanza 9.181,6 Km<sup>2</sup> alberga unos 130.000 habitantes (INE 2002). Las principales actividades productivas que se desarrollan en el lugar, están directamente asociadas al sector primario, siendo la agricultura y pesca, las más destacadas. De igual forma, por la serie de atractivos turísticos, tanto en el ámbito patrimonial, como paisajístico, hacen que las actividades terciarias alcancen una relevancia de igual importancia.

Sin embargo, las constantes presiones sobre los territorios destinados a las actividades tradicionales, principalmente en el área rural, han significado un deterioro en los paisajes de la

---

<sup>1</sup> Financiado Proyecto DIN 19/2016 de la Universidad Católica de la Santísima Concepción



Isla, siendo el modelo forestal, una de las principales causas. Esto se ha traducido en pérdida, tanto de suelos agrícolas como de biodiversidad ecológica.

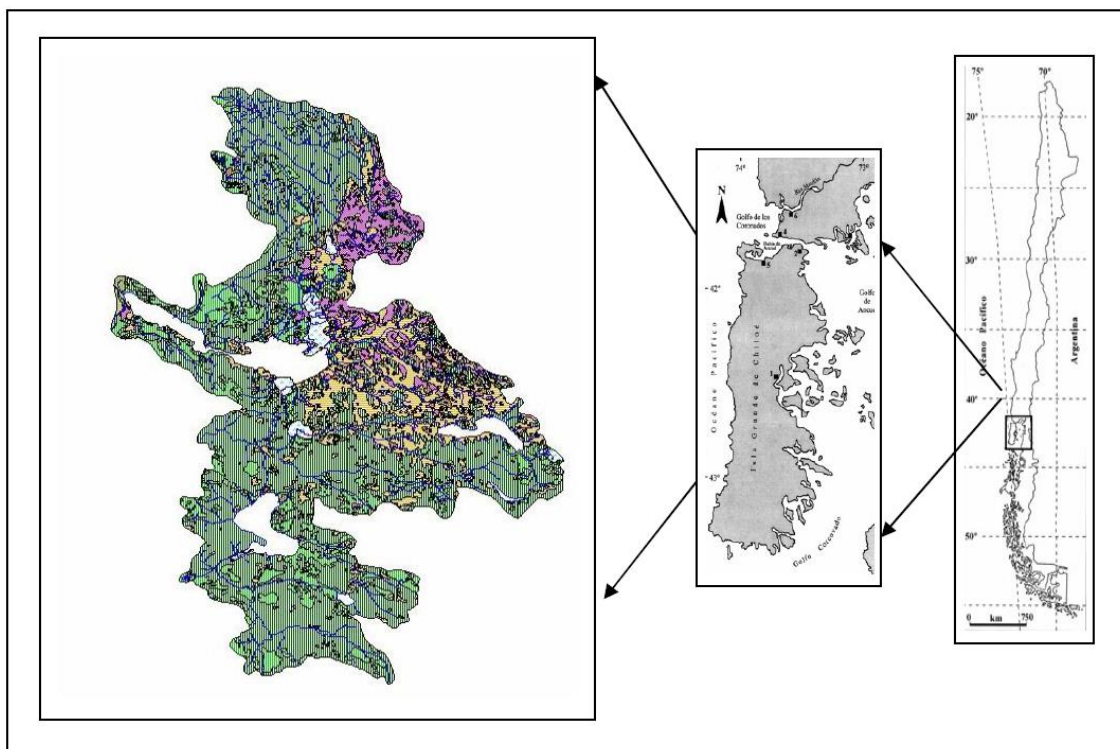


Figura N° 1 Localización área de estudio

Fuente: Elaboración propia

La implantación del modelo económico neoliberal, a mediados de la década de 1970, introdujo profundas transformaciones en el tipo de evolución que hasta entonces caracterizaba al sector forestal. La propiedad de los bosques y plantaciones había estado distribuida entre varios productores de regular tamaño, pero en adelante tendió a concentrarse bajo el control de algunos pocos conglomerados financieros que aprovecharon los incentivos ofrecidos por las nuevas políticas públicas, logrando acumular extensos paños de bosque. En este sentido, el Decreto Ley N° 701 de 1974, representó un poderoso estímulo para que los grupos económicos adquirieran tierras en poder de campesinos o se adjudicaran terrenos administrados por el Estado, puesto que dicha ley subsidiaba de manera directa las actividades de reforestación (devolución de hasta el 75% de las inversiones), que además eran beneficiadas con una considerable reducción tributaria y con la eliminación de las restricciones que impedían la exportación de materia prima en bruto. (Rosenblitt y Nazer, 2002; p.26)

Existe una creciente actividad silvícola en la zona, la cual consta principalmente de la tala de pequeñas extensiones de bosque nativo, las cuales son destinadas principalmente para el

consumo de leña. Cabe considerar que la actividad forestal que se desarrollan pueden ser de tres tipos: forestación, reforestación y explotación. El reemplazo de los cultivos agrícolas tradicionales por plantaciones forestales industriales se ha caracterizado por una concentración de la propiedad superior a la de la agricultura tradicional, por la ocupación de grandes espacios y su acelerado desarrollo. Sin embargo, la evidencia demuestra que el uso forestal del suelo no resuelve los problemas de desarrollo social, pobreza y desempleo. (Unda y otros, 1997 p.41)

La Migración rural es uno de los efectos socioeconómicos más importantes de la expansión forestal y se ha podido constatar que es más alta en comunas con plantaciones que en las predominantemente agrícolas. (Unda y otros, 1997 p.42). Como se señala anteriormente las plantaciones forestales producen un efecto regresivo en el campo y como consecuencia de ello el despoblamiento de las áreas rurales. Existe una presión hacia los medianos y pequeños productores para comprarles sus predios, y sin oportunidades laborales se hace necesaria la migración. (Van Dam, 2006 p.239).

En las plantaciones forestales se hacen inversiones de dos tipos: unas tendientes a aumentar la productividad de la mano de obra y otras tendientes a aumentar la productividad del sitio, ambas substituyen la mano de obra (Unda y Ravera, 1994 p. 71). En áreas agrícolas muy marginales, el establecimiento de la silvicultura puede requerir un uso más intensivo de mano de obra que la agricultura, sin embargo el empleo posterior disminuirá notablemente esa cifra.

El sector forestal es descrito como un modelo orientado a la exportación de productos con nulo o muy bajo valor agregado, con base en especies exóticas de rápido crecimiento, pero que generan un escaso valor económico por hectárea y casi ningún valor social; no genera transformación local, ni empleos, ni riqueza. (Van Dam, 2006; p. 230-231). La actividad agrícola y ganadera, más que ser una alteración al sistema natural, ha sido víctima de parte de la incursión de actividades como las descritas anteriormente, ya que poco a poco ha ido cediendo espacios para el ejercicio de estas, ya sea por la introducción de actividades forestales o porque simplemente ha dejado de ser una economía importante para los Chilotes.

En la isla existen tan solo pequeñas áreas destinadas a economías de subsistencia, además de praderas destinadas a la crianza de ovinos y bovinos principalmente, los cuales en este sitio hasta hace poco más de 10 años alcanzaban un número de 9000 cabezas de animales aproximadamente. (Vio, 1987).

La inversión de multinacionales tienen un fin netamente competitivo en el mercado, el impacto local es casi nulo. Frente a la globalización, las economías pequeñas están en desventaja, las comunas rurales no son tan pequeñas para confiar en la exportación de unas pocas materias primas y no son tan grandes para cosechar los beneficios de las economías de escalas o diversificarse en productos dinámicos. Dentro del contexto de la globalización, este tipo de

comunidades juegan un rol activo, pero las implicancias de estas inversiones no se traspasan en la calidad de vida de la población. El proceso de globalización no cumpliría con su objetivo de integración. (Sánchez, 2003; 120-124). Entre la VI y la X región es donde se concentra la mayor cantidad de población campesina en Chile, el 40,7% de ella habita entre la VIII y la IX región, lo que además coincide con la concentración de plantaciones forestales y altos niveles de pobreza. (Van Dam, 2006; p.227)

Los bosques nativos en Chile son uno de los componentes más importantes del patrimonio del paisaje, estos se han visto afectados por el accionar antrópico, el cual ha adecuado el paisaje para dar respuesta a sus necesidades; lo cual se evidencia por medio de tres características:

Producción de bienes, madera y productos no maderables como frutos, hongos, etc. Servicios ecosistémicos como la producción de agua, turismo, recreación, pesca deportiva, acuicultura y otros.

Valor del ecosistema para la conservación de la variada gama de especies de flora y de fauna nativas.

Una de las mayores problemáticas que se presenta a nivel nacional en la sustitución del bosque nativo se debe principalmente a las plantaciones, habilitaciones agropecuarias y floreo (degradación por intervención inadecuada) desarrolladas principalmente en el periodo 1985-1994<sup>2</sup>. Entre un 77% y un 97% implican acciones sobre el bosque nativo referentes a su destrucción y deterioro.

Según INFOR (Instituto Forestal) que determino el grado de destrucción y deterioro del bosque nativo coinciden en que la sustitución es la principal causa de destrucción y disminución de la superficie cubierta por bosque nativo, representando un 19% y 3% del total intervenido respectivamente. Las otras causas de la destrucción del bosque nativo son la habilitación agropecuaria y los incendios que representan un 15% y un 3% respectivamente.

Nos planteamos evaluar la dinámica de las coberturas de suelo en la Cuenca del Lago Cucao en la Isla Grande de Chiloé, utilizando herramientas de sensoramiento remoto, específicamente análisis de imágenes satelitales de diversos periodos entre 1975 y 2015. Con la finalidad de revisar las tendencias de los cambios ocurridos y los efectos sobre las coberturas de suelo tradicionales a fin de dimensionar las transformaciones socioterritoriales que conllevan estos procesos económicos.

---

<sup>2</sup> Estos estudios fueron realizados por la Universidad Austral de Chile para el banco central en 1995 por Lara y el otro realizado por CONAF en 1996 por Emanuelli.

## 2. Metodología

El uso de suelo que es considerado la base temporal y espacial de este estudio se construyó a partir de fotografías aéreas escala 1:50.000 del SAF (1961), las que fueron fotointerpretadas en laboratorio y luego revisadas en terreno. Para evaluar los cambios de uso de suelo en la isla grande de Chiloé, se utilizaron imágenes satelitales de la plataforma Landsat que poseen una resolución espacial de 30 metros. Trabajamos con imágenes de los años 1976 y 2015, las imágenes serán clasificadas para determinar las diferentes clases de uso de suelo. Esta clasificación será realizada en base a los valores espectrales de cada pixel; el criterio de clasificación será el de máxima verosimilitud, es decir, cada clase será formada por los pixeles que tengan mayor probabilidad de pertenecer a ella (Chuvieco, 2010). Los análisis de cambio se abordan desde el software *Idrisi Land Change Modeler* (published in 2006) para el análisis y predicción de cambios de coberturas de suelo y la evaluación de los efectos de cada cambio en la biodiversidad (Clark-Labs., 2009).

## 3. Resultados

### 3.1. Uso de Suelo 1961

Entre los principales usos de suelo que se aprecian en la cuenca en 1961 se encuentran el bosque nativo, seguido por el renovel nativo, ambos suman un 70% de la superficie de la cuenca (Tabla I), entre las especies que se ubican dentro de esta clasificación se encuentran; el Canelo, el Tepú, el Olivillo, el Avellano, el Mañío, el Cuigüe y la Luma Blanca.

Tabla N° I Uso de Suelo Cuenca Lago Cucao 1961

<b>Tipo de Uso de Suelo</b>	<b>Superficie en Km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Bosque Nativo	462,4	56,42
Renovales	118,8	14,49
Matorrales	165	20,13
Humedales	14,6	1,78
Cuerpos de Agua	51,4	6,27
Zonas Pobladas	7,43	0,91
<b>Total</b>	<b>819,63</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

El nivel de aislamiento en el cual se ha visto sometida el área ha impedido que los problemas existentes hacia esta época, sean tratados de forma eficaz. Sin embargo en 1955 y en vista de las

problemáticas existentes, se creara el “plan Chiloé”, el cual era básicamente un plan de desarrollo agrícola, el cual permitió realizar investigaciones preliminares sobre el tema y realizar programas de protección sanitaria, gracias a esto se logró realizar un ensayo a cerca de los cultivos, abonos, insecticidas y herbicidas que fueran de ayuda para el campesinado.

La principal dificultad que se manifestó en la ejecución de estos planes se debió principalmente al escepticismo que tenía el campesinado respecto a la efectividad que pudiese llegar a tener en sus incipientes cultivos. Las políticas aplicadas en la Isla Grande de Chiloé, si bien en un principio no tuvieron los resultados que se esperaba, sirvió de base para aplicar posibles soluciones que permitiesen mejorar el alicaído desarrollo agrícola existente.

Un ejemplo claro de esto es la importancia que se le asignó al cultivo de la papa, el cual se reforzó fomentando el uso de abonos y semillas que permitiesen obtener un producto de mejor calidad y menos vulnerable al ataque de plagas que pudiesen afectar la calidad de los productos.

Las zonas pobladas existentes en esta época, evidencian el nivel de aislamiento que presenta el área de estudio y con ello el escaso desarrollo agrícola en el sector, los dos poblados existentes, tanto Cucao como Huillenco, no superan los 8km<sup>2</sup> (Figura 2), en cuyas inmediaciones se desarrollaba una agricultura de subsistencia, basada principalmente en el cultivo del trigo y la papa.

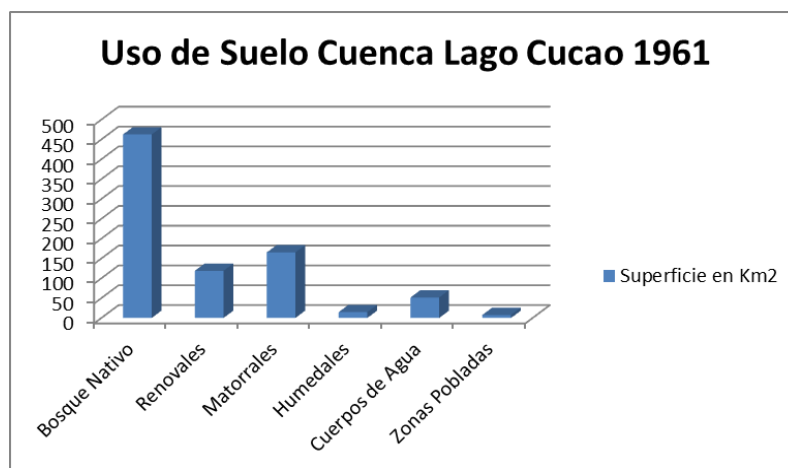


Figura N° 2 Uso de Suelo Cuenca Lago Cucao 1961

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Uso de Suelo 2015

En lo que respecta al uso de suelo actual de la Cuenca (Figura N°5), se aprecia un predominio de superficie de Bosque nativo con 573,9Km<sup>2</sup> el cual representa un 70%. A esto se suma los usos asociados a la presencia de vegetación nativa, como es el caso de renovales y matorrales, las cuales en conjunto suman 168.72 Km<sup>2</sup> representando 20.59% de superficie del total de la

cuenca (Tabla II). En este aspecto se debe considerar que una pequeña superficie de la cuenca se encuentra inserta en el límite sur del Parque Nacional Chiloé, lo cual ha permitido un resguardo de su vegetación nativa.

Tabla N° II Uso de Suelo Cuenca Lago Cucao 2015

Tipo de Uso de Suelo	Superficie en Km <sup>2</sup>	%
Bosque Nativo	573,97	70,03
Renovales	15,63	1,91
Matorrales	153,09	18,68
Humedales	15,39	1,88
Cuerpos de Agua	50,9	6,21
Zonas Pobladas	10,65	1,30
<b>Total</b>	<b>819,63</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración Propia

Al ser una superficie en la cual predominan cuerpos lacustres como es el caso del lago Cucao, Huillinco, Tepuhueco y Tarahuín, abarcan un área de 50.9Km<sup>2</sup> (Figura 3), representando un 6.21 del total de la cuenca. Esta superficie en particular, posee un uso productivo relevante para el área de estudio, en el cual se desarrolla la salmonicultura, actividad que ha alcanzado una gran relevancia en la Isla Grande de Chiloé en los últimos años. Esta es una de las principales causas de la disminución de la actividad agrícola, de gran importancia para la Cuenca. Los suelos destinados a este último uso, se encuentran insertos en las zonas identificadas como pobladas, las cuales abarcan una superficie de 10.65 Km<sup>2</sup> (Figura 3), por ende, el tipo de cultivo es de subsistencia, por la escasa superficie destinado a ello.

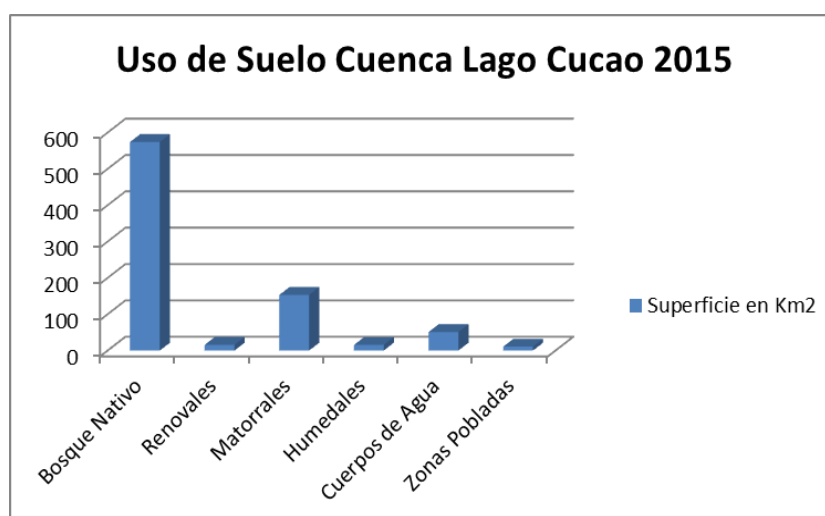


Figura N° 3 Uso de Suelo Cuenca Lago Cucao 2015

Fuente: Elaboración propia

La cuenca del Lago Cucao, inserta en la isla grande de Chiloé, posee un carácter de aislamiento al estar separada del continente. Esto ha permitido conservar elementos esenciales del paisaje, evitando un rápido deterioro del estado de naturalidad, es por ello que se observa un alto porcentaje de vegetación nativa, además de Humedales, los cuales poseen una superficie de 15.39km<sup>2</sup>, representando un 1.88% de la superficie total.

### 3.3. Comparación Uso de Suelo Cuenca Lago Cucao 1961 - 2015

La situación de aislamiento ya mencionado, que presenta el área de estudio, ha permitido la conservación de usos de suelo asociados a vegetación nativa, se puede evidenciar en este aspecto que existe un aumento de en las de un 19% de bosque nativo, esto puede responder a que parte importante de esa superficie, corresponda a renoval nativo, el cual ha disminuido considerablemente, de 118km<sup>2</sup> a 15km<sup>2</sup>, representando un detrimento de un 660%. En lo que se refiere a matorrales, esta ha disminuido en un 7.8%, pasando de 165 km<sup>2</sup> a 153km<sup>2</sup> (Tabla III). Es de considerar que la mejora en las vías de comunicación y la concreción prontamente de un puente que una la Isla con el continente, podrían generar cambios asociados a la disminución de la superficie que actualmente es destinada a vegetación nativa, siguiendo la tendencia que ya se precia al norte de la Isla, fuera de la Cuenca en estudio, en sectores cercanos tanto a la comuna de Ancud como de Castro, donde se ven pequeñas áreas destinadas a uso forestal, preferentemente de *Eucaliptus globulus*.

Tabla N° III Comparación Uso de Suelo Cuenca Lago Cucao 1962 – 2015

Tipo de Uso de Suelo	Superficie en Km <sup>2</sup> 1961	Superficie en Km <sup>2</sup> 2015	Variación %
Bosque Nativo	462,4	573,97	19,4
Renovales	118,8	15,63	-660,1
Matorrales	165	153,09	-7,8
Humedales	14,6	15,39	5,1
Cuerpos de Agua	51,4	50,9	-1,0
Zonas Pobladas	7,43	10,65	30,2
<b>Total</b>	<b>819,63</b>	<b>819,63</b>	0,0

Fuente: Elaboración propia

Las zonas pobladas han manifestado un importante crecimiento en la cuenca, pasando de 7.43 km<sup>2</sup> en 1961 a 10.65 km<sup>2</sup> en 2015 (Figura N° 4), este es un cambio importante, considerando el aislamiento en el cual se encuentra la cuenca en general, ya que la zona urbana más cercana se encuentra en la comuna de Chonchi. Los poblados más destacados son Cucao y Huillínco en cuyas inmediaciones se desarrolla agricultura de subsistencia.

Los cambios que se manifiestan tanto en las áreas de humedales como de cuerpos de agua, están directamente relacionados, debido a que la superficie de humedales aumenta en 0.8km<sup>2</sup> y la superficie correspondiente a cuerpos lacustres disminuye en 0.5 km<sup>2</sup> (Figura N° 4), pasando esta última a ser parte de las zonas húmedas, como efecto propio de las dinámicas naturales del sector.

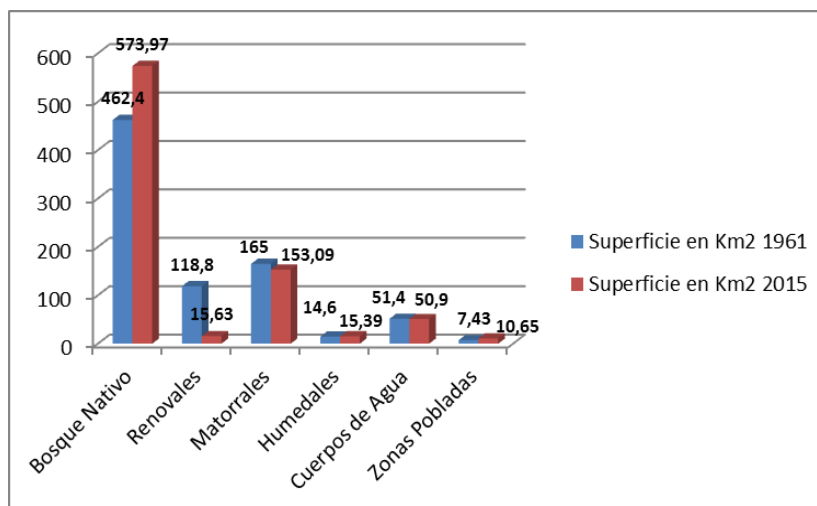


Figura N° 4 Comparación Uso de Suelo Cuenca Lago Cucao 1962 – 2015

Fuente: Elaboración Propia

#### 4. Conclusiones

Las evidencias del análisis demuestran que la variación superficial de los tipos de uso fundamentales en la cuenca no se ha alterado significativamente en los últimos cuarenta años, sin embargo esta no es una conclusión categórica que permita pensar en una cuenca no alterada, el carácter de aislamiento, ha implicado restricciones en la accesibilidad a la cuenca, pero no ha sido freno para el desarrollo de actividades económicas concretas asociadas a extracción y explotación de recursos naturales.

El trabajo de terreno y los antecedentes aportados por investigaciones del Fondo de Investigaciones Pesqueras asociadas a la capacidad de carga de los lagos chilotes acusan una considerable sobreexplotación de los cuerpos de agua entre los años 1990 y 2000, de cuyas acciones hoy solo quedan un par de evidencias en el Huillinco y Tepuhueico.

La pristinidad de los paisajes chilotes es entonces más de belleza escénica que de calidad de recursos naturales. Por otro lado si bien la superficie de bosque nativo no ha disminuido considerablemente en la cuenca su calidad no es ya la de un bosque puro, de hecho las actividades de extracción se dedican a ralear en áreas alternadas provocando una disminución de la calidad del bosque.



Por lo tanto la evolución de uso del suelo en este caso no se considera el mejor criterio para evaluar el estado de naturalidad de los paisajes de la cuenca del Lago Cucao.

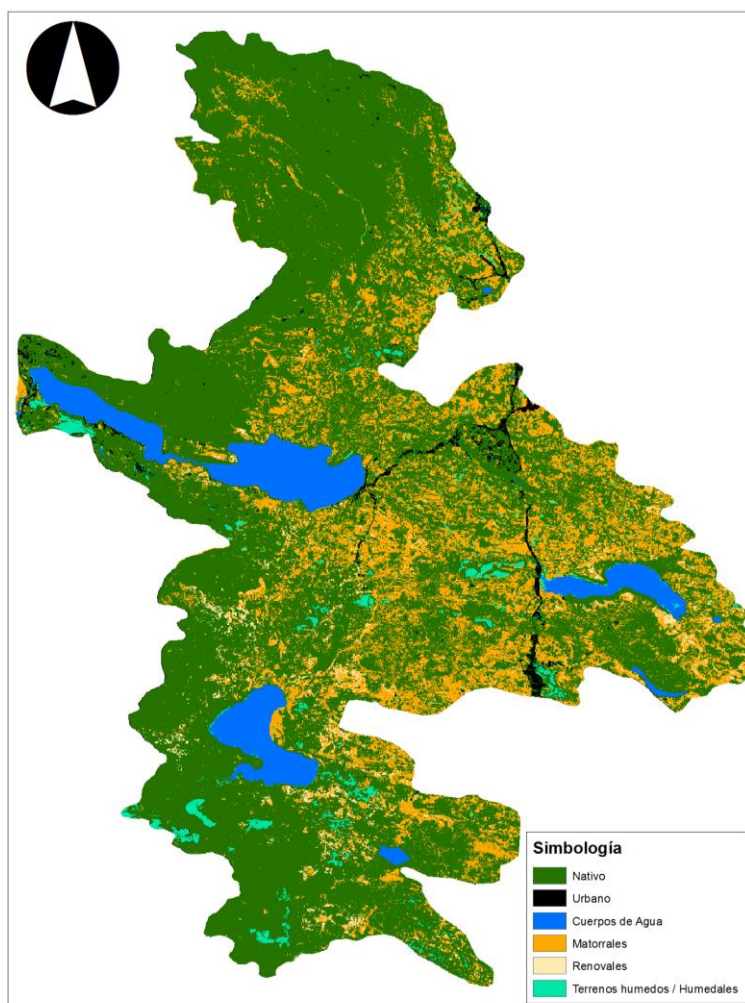


Figura N° 5 Carta Uso de Suelo Cuenca Lago Cucao 2015

Fuente: Elaboración Propia

## 5. Bibliografía

- Chuvieco, E. 2010 "Teledetección Ambiental", 3ª edición, Editorial Ariel, Barcelona
- Emanuelli, P., 1996, "Bosque Nativo, Antecedentes Estadísticos 1985 - 1994", Corporación Nacional Forestal, Chile.
- INE, 2003, "Censo 2002", Síntesis de Resultados, Republica de Chile, Santiago, Chile.
- INE: Estadísticas Geográficas, 2010.
- Quintanilla, Víctor, 2003 "Los Paisajes Forestales de la Isla Grande de Chiloé", Revista Geográfica de Chile Terra Australis, N° 48, Santiago, Chile.
- Lara, A.; Sandoval, V.; Prado, C.; Cruz, G.; Mrtínes, I. y Añazco, P. 1995, "Determinación de los Stocks de Bosque Nativo" Proyecto Banco Central. Universidad Austral de Chile.
- Rosenblitt y Nazer 2002, "Entre el Mar y Nahuelbuta: Historia del poblamiento humano en Arauco". En Pensamiento Crítico, Revista electrónica de historia, No 2. Chile

Sánchez, Alfredo, 2003 “Globalización, recursos naturales y gobiernos locales: El sector forestal de Chile en comuna de Curanilahue”, VIII Región Revista de Geografía Norte Grande.

Unda, A, Poschen, P y Stuardo, A., 1997 “Efectos socio-ambientales de la expansión forestal en la Novena Región”. En Ambiente y Desarrollo Vol XIII/1, Santiago de Chile.

Unda, A., Ravera, F., 1994 “Análisis Histórico de los sitios de establecimiento de plantaciones forestales en Chile” Instituto Forestal, Unidad de Medio Ambiente. Santiago de Chile.

Van Dam, C., 2006: “Empresas forestales y comunidades rurales en el centro-sur de Chile: Externalidades Sociales de un modelo exitoso”, En Debate Agrario: Análisis y alternativas nº 40 y 41, Cepes, Lima Perú.

Vio, Dionisio, 1987, “Geografía de la Actividad Agropecuaria” Colección Geografía de Chile, Tomo XVII, Instituto Geográfico Militar, Chile.

Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Departamento de Políticas Públicas 2002 “Informe País, Estado del Medio Ambiente de Chile 2002” Ediciones LOM, pág. 133-159, Santiago, Chile.



# **O ÊXODO RURAL COMO FACTOR DE DESENVOLVIMENTO DAS COMUNIDADES AUTÓCTONES: CASO DA VILA MUNICIPAL DA MASSINGA (PROVÍNCIA DE INHAMBANE, MOÇAMBIQUE).**

H. C. Mazuze <sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia, Faculdade de ciências Da Terra e Ambiente  
mazuze2012@gmail.com

## **Resumo**

Neste artigo vamos abordar o contributo do êxodo rural no desenvolvimento da Vila Municipal de Mssinga. É um artigo que resultou do trabalho de campo efectuado nesta vila. O mesmo foi desenvolvido em dois bairros onde se verifica uma maior aderência em termos habitacionais por parte dos migrantes. Foi possível apurar que com o êxodo rural, a população local procura tirar proveito arrendando suas casas a estes. Com o arrendamento das suas casas eles conseguem ter algum dinheiro, emprego, consolidação da família, expansão do município.

**Palavras-chave:** êxodo – rural, desenvolvimento local.

## **1. Introdução**

As migrações têm sido em muitas abordagens vistas como um aspecto negativo, isto é como um factor de inúmeros problemas, tanto a nível económico, social, cultural bem como ambiental.

Nesta abordagem falaremos dos efeitos positivos de ordem económica que este fenómeno pode trazer nos centros urbanos (locais receptores) que sempre foram e continuam sendo um factor de grande atracção das populações rurais.

O município de Massinga (província de Inhambane, Moçambique) tem registado um elevado número de imigrantes oriundos de várias comunidades rurais do mesmo distrito bem como da província de Inhambane e do país em geral que vêm a busca de emprego (em especial no sector informal) e para a continuação dos seus estudos Universidade Pedagógica, nas Escolas Secundarias, Centros de Formação Profissional e de Formação em Saúde.

Esta chegada massiva da população busca uma resposta em termos de habitação, resposta esta que é dada pela população local. As comunidades locais constroem casas para abrigar os novos habitantes recém-chegados e em troca recebem o pagamento da renda no final de cada mês.

Estas construções se multiplicam a cada ano e tentam se adequar à capacidade financeira de cada indivíduo que procura por este bem.

### **1.1. Objectivos**

- ✓ Apurar o contributo do êxodo rural no desenvolvimento da Vila Municipal de Massinga.
- ✓ Indicar as estratégias da população locais para melhor tirarem proveito do êxodo rural em seu benefício.

### **1.2. Metodologia**

Para a realização do trabalho recorreu – se ao método de Revisão Bibliográfica para se perceber os conceitos e fenómenos de êxodo rural e desenvolvimento local. Usou se também o Método de Trabalho de Campo nos Bairros 21 de Abril e Eduardo Mondlane visto serem estes os mais preferidos pela massa rural. O trabalho de campo foi realizado em dois meses (Março e Abril, com a ajuda de 10 estudantes do 3º ano, curso de Geografia). O trabalho teve como amostra 100 indivíduos, dos quais 50 proprietários das residências, 33 inquilinos, 10 pedreiros (mestres), 6 comerciantes de material local de construção e 1 responsável pela área económica. Desta amostra foi inquirida a maioria (94 indivíduos) e entrevistadas: o responsável pela área económica do município, 3 proprietários, 2 pedreiros.

## **2. Êxodo Rural e Desenvolvimento Local**

### **2.1. Êxodo rural**

Este fenómeno consiste no abandono das regiões rurais, por parte da sua população à procura de melhores condições de vida, deslocando-se do meio rural (regiões consideradas de menos condições de sustentabilidade) para as cidades.

Este é um fenómeno universal, porém sendo mais evidenciado nos países em desenvolvimento, onde as diferenciações em termos de infra-estruturas e oportunidades de emprego dentro dos países são muito acentuadas.

Fenómeno de êxodo rural não é recente no mundo e em Moçambique. Mas no nosso país ganhou contornos mais notáveis com a guerra civil entre 1980 e 1992. Onde a população do meio rural deslocava se para as grandes cidades do país (ARAÚJO: 1990).

Porém apesar do fim da guerra em 1992 e o consequente retorno da população para o campo ainda é notório o movimento migratório do meio rural para a cidade. Isto deve se aos desequilíbrios entre o campo e a cidade. (MUANAMOHA:2002 apud MAPENGO: 2011)

## **2.2. Desenvolvimento Local**

Fala-se muito em desenvolvimento rural, local e sustentável. Em planos ou programas, e em conselhos de desenvolvimento. É significativo o número de instituições públicas e privadas que, de uma ou outra forma, tratam do assunto. E há um crescente número de políticas públicas e programas governamentais que valorizam o espaço e as iniciativas locais (municipais). Pois é neste local – onde se dá o exercício da cidadania que se pode avançar efectivamente na gestão e controle social dos recursos.

O desenvolvimento local está associado, normalmente, a iniciativas inovadoras e mobilizadoras da colectividade, articulando as potencialidades locais nas condições dadas pelo contexto. Como observa MARTINS (2000). O mesmo autor ainda argumenta que o desenvolvimento local verifica – se quando “as comunidades procuram utilizar suas características específicas e suas qualidades superiores e se especializam em áreas em que têm uma vantagem comparativa com relação às outras regiões”.

É o processo através do qual os esforços da população de um determinado lugar unem-se com as autoridades governamentais com o fim de melhorar as condições económicas, sociais e culturais desse lugar. (SOUSA: 1999).

Olhando as análises de SOUSA (1999) e de MARTINS (2000), o desenvolvimento local é fruto da participação e do trabalho da população desse local.

## **3. O Contributo do Êxodo Rural no desenvolvimento da Vila Municipal de Massinga**

### **3.1. Localização da Área de Estudo**

A Vila de Massinga, sede do Distrito com o mesmo nome e Vila autárquica, situa-se no centro da Província de Inhambane, entre as coordenadas geográficas de latitude 14° 27' e 14° 45' S e longitude 40° 36' e 40° 51' E, e na posição oriental em relação a República de Moçambique e da África Austral (CMVM: 2015). De acordo com mesma fonte, a vila é limitada pelo mercado Maguezane a Norte, mercado Ema a Sul, pela lagoa Nhamamite e rio Ngomane a Este e por Chialanyissue, lagoas Chitseve e Mucuhu a Oeste. A vila de Massinga dista a cerca de 124km da cidade de Inhambane, com uma superfície de cerca de 6,5 Km<sup>2</sup> (Figura 1).

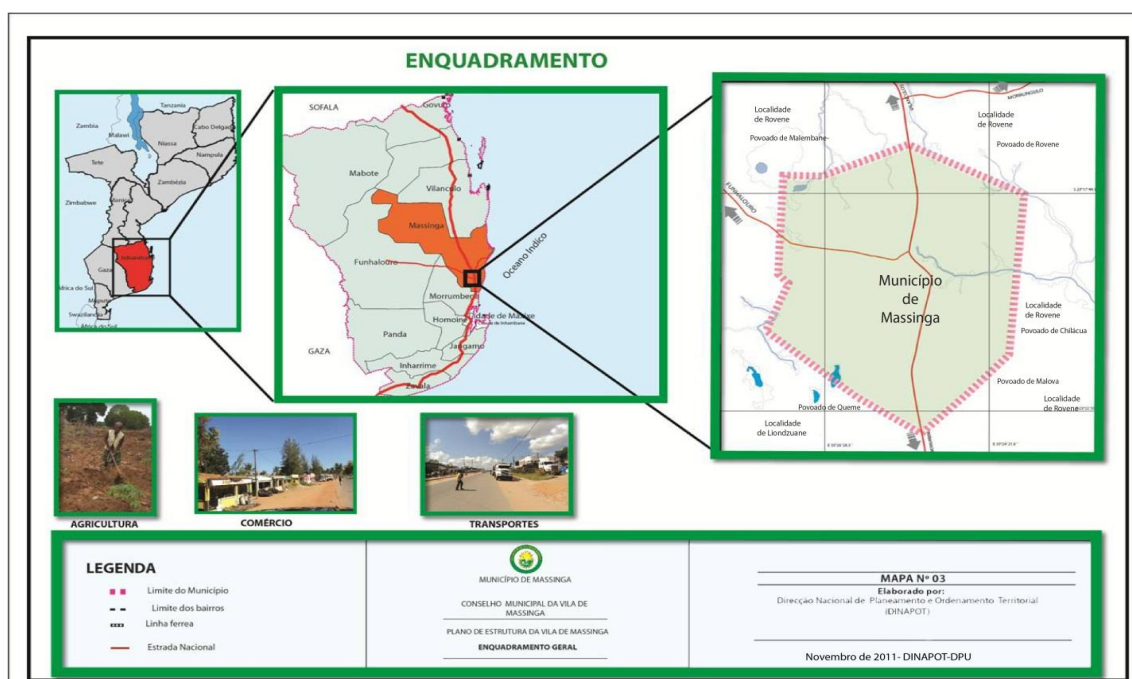


Figura 1- Mapa da localização geográfica do Município de Massinga, fonte: CMVM

### 3.2. Características da População residente do Município de Massinga

#### 3.2.1. População

A maior parte da população é constituída basicamente por indivíduos de origem Matswa, segundo o censo de 2007, a população total da Vila de Massinga é de cerca de 20.930 habitantes. Porém consoante os estudos feitos pelo município actualmente a Vila de Massinga conta com cerca de 47.089 habitantes. A Vila de Massinga conta com 12 Bairros, apresentados na tabela a seguir com o respectivo número de população.

Tabela I da distribuição da população por Bairros no Município de Massinga, fonte: CMVM 2015

<b>Bairros</b>	<b>Nr. Total de Homens</b>	<b>Nr. Total de Mulheres</b>	<b>Total</b>
21 de Abril	2.998	3.313	6.311
Matingane	1.633	2.007	3.640
E. Mondlane	4.649	5.440	10.086
7 de Setembro	2.345	2.672	5.017
Conze	3.285	3.226	6.511
Mudauca	2.040	2.291	4.331
Xitsuko	1.164	1.316	2.480
Chilacua	779	785	1.561
Ngongane	962	1.224	2.186
Malovecua	1.153	1.248	2.401
Malembane	618	706	1.324
Kape-Kape	571	644	1.215
<b>Total</b>	<b>22.217</b>	<b>24.872</b>	<b>47.089</b>

### 3.2.2. Principais Factores de Atracção da População Rural para a Vila Municipal da Massinga

Os principais atractivos da massa rural do Distrito de Massinga e Província de Inhambane em particular e de Moçambique em geral para a vila da Massinga são as instituições de ensino e o emprego no sector informal. No sector informal, a população rural vem a Vila da Massinga para praticar o comércio, carpintaria, estufaria, a construção.

Nas instituições de ensino destacam – se a Universidade Pedagógica, Centro de Formação Profissional, Centro de Formação em Saúde, Instituto Médio de Contabilidade e Gestão Empresarial, Escola Secundaria da Massinga, Escola Secundaria 28 de Abril.

A chegada massiva desta população necessita de uma resposta em termos de varias infra-estruturas que quase todas são respondidas pelo governo local no entanto, as infra-estruturas habitacionais são respondidas pela população local. Por isso os nativos da Vila da Massinga



olham para o êxodo rural como uma oportunidade de negócio, isto é a população rural ao chegar procura os nativos para conseguir uma habitação mediante o pagamento de renda.

### 3.2.3 Bairros mais Procurados para o Arrendamento pelos Imigrantes

De acordo com o CMVM e pelos estudos feitos foi possível apurar que o bairro com maior número de casas arrendadas é o Bairro 21 de Abril seguido pelo Bairro Eduardo Mondlane.

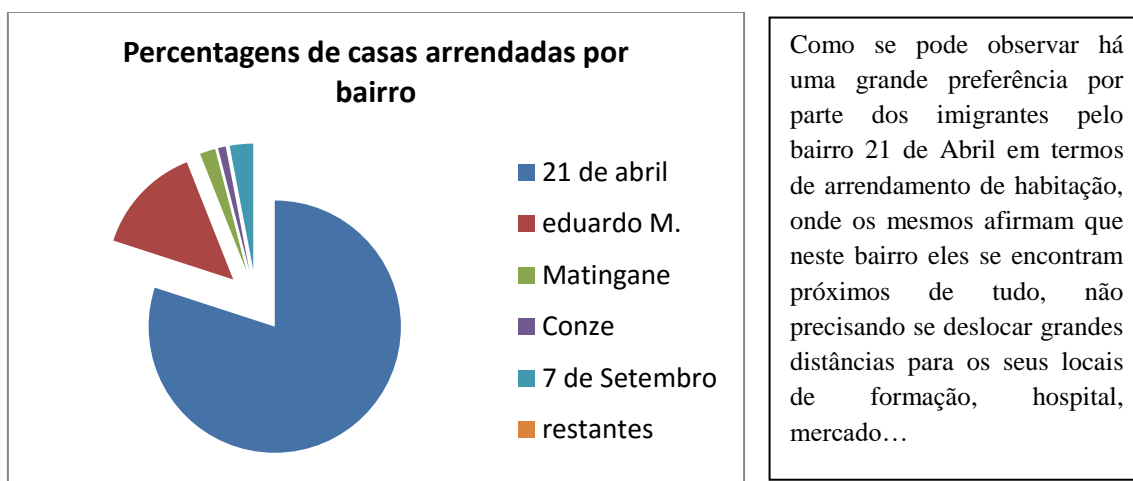


Figura 2- Gráfico da distribuição do nº de casas arrendadas por bairro na Vila da Massinga



Figura 3- casas arrendadas – material misto

A maior parte da população migrante é jovem e não exerce actividade de remuneração, preferindo viver neste tipo de habitação, visto o valor da renda ser relativamente baixo (350 -

500 Mts mensais por quarto), outra razão é que eles podem viver em grupos de amigos, colegas o que facilita a realização das suas actividades estudantis.

No bairro em análise foi possível levantar mais de 1200 quartos deste tipo de habitação, todos eles arrendados. Porém a maior parte dos mesmos fica desocupado de Dezembro a Fevereiro, que é o período de férias.

Também encontramos um número relevante de migrantes funcionários do aparelho do estado (professores em grande numero) que vem de várias partes do Distrito de Massinga e outros para continuarem com os estudos em Massinga. Estes são pouco exigentes, preferindo habitações um pouco mais melhoradas.



Figura 4 – casa de madeira e zinco

Neste tipo de residência a renda mensal varia de 1100 a 1500. Os proprietários afirmam que este tipo de residência devido ao material de construção usado tem vantagem que a anterior, porque estas habitações são mais resistentes podendo resistir mais de cinco anos sem reabilitação.

As casas de madeira e zinco no local de estudo são cerca de duzentas (200) compostas por seiscentos (600) quartos. Os proprietários afirmam que estas estão quase sempre ocupadas, visto os inquilinos serem na sua maioria professores que mesmo terminadas as aulas (na UP) <sup>1</sup> devem permanecer no local por missão de serviço.

Podemos encontrar ainda residências construídas todas de material convencional.

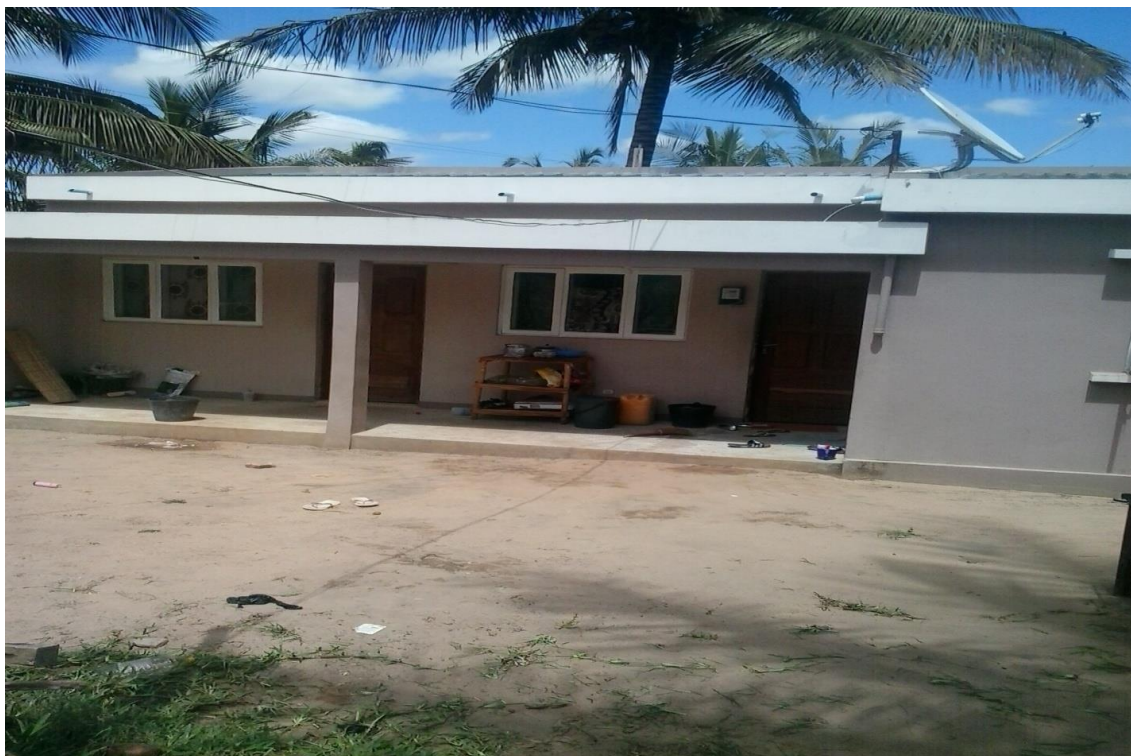


Figura 5 - casa de material convencional

Neste tipo de residência a renda varia de 2500 Mt a 3200 o quarto.

Na vila existem mais de trezentas (300) casas de material convencional, o que totaliza cerca de novecentos (900) quartos.

Também verificamos o caso em que alguns migrantes pedem cedência de uma pequena parcela de terra dentro dos terrenos dos nativos e erguem suas habitações. Findo dois (2) anos a propriedade passa automaticamente a ser propriedade do dono do terreno e se o dono da habitação sair antes dos dois anos também essa habitação fica para o proprietário do terreno.

#### **3.2.4. Principais Benefícios do Êxodo Rural para a População Local**

Dos estudos feitos foi possível apurar que a migração da população rural para a vila da Massinga para além de trazer problemas como acontece em outras cidades e vilas, com conforme avançam diversos autores como MAPENGO (2011) nos lugares de chegada, aqui a população local procura tirar benefícios deste fenómeno. Estes afirmam que do arrendamento das suas residências para a massa imigrante rural obtêm:

✓ **Arrecadação de Renda familiar**

Com as Cobranças de renda feitas pelos proprietários, estes conseguem arrecadar algum dinheiro para o sustento família, compra de material escolar, reabilitação das residências;

✓ **Arrecadação de Divisas para o Município**

Os Municípios proprietários das residências habitacionais por exercer esta actividade económica devem pagar um imposto anual ao município. Este imposto é estabelecido consoante as características do edifício (material usado na sua construção convencional ou não) e de acordo com o valor cobrado ao inquilino.

O Município iniciou com a cobrança do imposto em 2011. De 2011 a 2015 afirmam que o ano de maior arrecadação foi de 2015.

✓ **Criação de emprego**

Visto que a procura por casas é muito grande e crescente, este mercado exige um constante aumento do número de casas ou de quartos para responder a procura, sendo maior parte das casas procuradas de material local, os mestres deste tipo de obra são os nativos, conseguindo assim ter uma ocupação permanente em termos de emprego.

✓ **Expansão do Município**

Os nativos do local em estudo, muitas das vezes optam em sair das suas residências e construírem em outros bairros fora do centro da cidade, deixando as suas residências do centro para arrendar. Isto permite a “expansão do Município”.

✓ **Consolidação social da família**

A população da Vila da Massinga tinha uma enorme preferência em trabalhar na África do sul, com a oportunidade que o êxodo rural cria de ganharem algum dinheiro, esta preferência ou habito tende a reduzir. Não havendo mais necessidade dos homens deixarem as suas casas e famílias para África do Sul em busca de emprego.

✓ **Redução do índice de abandono escolar**

Muitos jovens tinham tendências de abandonar a escola para procurar emprego, principalmente na África do Sul, mas com esta oportunidade local eles dizem que já não vêm a necessidade de saírem da Massinga.

#### **4. Conclusão**

A chegada na Vila Municipal da Massinga de uma massa rural deve se principalmente a necessidade desta continuar com os seus estudos no ensino médio e superior bem como a busca de emprego. Esta massa é atraída principalmente pelas Escolas Secundarias, Universidade

Pedagógica, Centro de Formação em Saúde, Centro de Formação Profissional e Instituto Médio de Contabilidade e Gestão Empresarial.

A massa rural ao chegar a Vila de Massinga cria oportunidade da população local tirar alguns benefícios deste fenómeno. Pois a população local abriga os migrantes mediante o pagamento de renda que varia consoante as condições que essas habitações oferecem. Para além de obterem algum valor pela cobrança de renda o êxodo rural também cria emprego informal para os nativos, ajuda a consolidar os laços familiares, contribui na redução do índice de desistência escolar e possibilita a expansão da vila.

## 5. Bibliografia

ARAÚJO, Manuel, G.M., Geografia dos Povoamentos: uma análise dos geográficos assentamentos humanos rurais e urbanos. Ed. L. Universitária, Maputo, 1997.

ARAÚJO, Manuel, G.M, Migração Interna e o Processo de Urbanização, In Dinâmica demográfica e processos económicos sociais e culturais. Serie população e desenvolvimento. Maputo, 1990.

FRANCISCO, A.A., Desenvolvimento Comunitário em Moçambique: contribuição para a sua compreensão. Ed. BS, 2ª ed., Namacurra.

MAPENGO, Manuel, Migração Rural – Urbana e Crescimento Populacional da Cidade de Maputo, Ed. CAP, FLCS, Maputo, 2011.

MARTINS, S. R. O. Desenvolvimento Local: questões conceituais e metodológicas. Interações - Revista Internacional de desenvolvimento local, Campo Grande, 2000, P. 61-72.

\_\_\_\_\_, INE, 2007- Resultado definitivo do III RGPH, Maputo.



## Importância do cadastro para a gestão e ordenamento florestal

A. P. Lourenço <sup>(a)</sup>, C. Carvalho <sup>(b)</sup>, A. Bento <sup>(c)</sup>, A. Vieira <sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia e Planeamento, Universidade do Minho  
plourenco.sig@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia e Planeamento, Universidade do Minho  
carlosmscarvalho@live.com

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia e Planeamento, Universidade do Minho  
bento@geografia.uminho.pt

<sup>(d)</sup> Departamento de Geografia e Planeamento, Universidade do Minho  
vieira@geografia.uminho.pt

### Resumo

O conhecimento à escala local do território apresenta-se, cada vez mais, como uma ferramenta essencial ao nível do planeamento e gestão do território, bem como à formulação e implementação de políticas de expressão territorial. O incremento do paradigma da sustentabilidade tem atribuído uma visão mais precisa e rigorosa aos instrumentos de gestão do território, impulsionando, em certa medida, o desenvolvimento de metodologias com maior fundamentação (BORDALO, 2012), e inevitavelmente, contribuído para uma correta e mais eficaz gestão do território, com vista ao alcance de um território mais equilibrado e inclusivo. A exigência que é feita atualmente ao planeamento do uso do solo é mais complexa que outrora, tornando “obrigatório” responder às necessidades e exigências por parte das populações, mas também ter em conta a salvaguarda dos interesses públicos e das estratégias de desenvolvimento local, sendo para isso necessário um conhecimento prévio da realidade, através de dados concretos. Nestes termos, segundo CORREIA (2002), «a informação cadastral é de uma importância vital para as atividades de planeamento e gestão urbanística e é um elemento fundamental na definição de políticas de solos», esta ideia terá aplicação ao nível da gestão urbanística, mas também ao nível da gestão e ordenamento dos espaços florestais e dos espaços agrícolas. Em 2006, iniciou-se o projeto SINERGIC, da responsabilidade da Direção-Geral do Território (DGT), que conta com a participação do Instituto dos Registos e Notariado (IRN), da Autoridade Tributária e Aduaneira (AT) e da Direção-Geral das Autarquias Locais (DGAL), tendo como objetivo principal a produção de dados cadastrais e harmonização da informação, originária de diferentes fontes, referente a cada parcela de terreno. Pode observar-se no site da DGT, que este projeto conta com sete municípios-piloto (Loulé, Oliveira do Hospital, Paredes, Penafiel, S. Brás de Alportel, Seia e Tavira) e “tem como principal objectivo viabilizar a existência de cadastro predial em Portugal, enquanto conjunto de dados exaustivo, metódico e actualizado, caracterizador e identificador das propriedades existentes no território nacional, constituindo-se como uma ferramenta indispensável para as políticas de ordenamento do território, ambiente, económicas (em particular a agrícola e a florestal), fiscal e de obras públicas”. Este trabalho pretende contextualizar o cadastro florestal no universo dos instrumentos de gestão territorial, bem como, a importância do conhecimento da divisão do território para a gestão da ocupação, usos e transformação dos solos.

**Palavras chave:** Cadastro Predial, Planeamento e Ordenamento do Território, Políticas de expressão territorial

## 1. Nota introdutória

A compreensão do procedimento cadastral pressupõe a clarificação de alguns conceitos de base, uma vez que a existência de definições estipuladas por diversas leis, pode dar origem a uma certa desarmonia em termos legais e conceptuais, tornando o processo pouco clarividente.

Recorrendo ao decreto-lei nº 172/95 de 18 de julho, que estabelece o regulamento do cadastro predial, podemos observar que a definição de cadastro, ou mais concretamente, cadastro predial, está relacionada com *«um conjunto de dados que caracterizam e identificam os prédios em território nacional»*.

Por outro lado, nos termos do decreto-lei 224/2007 de 31 de maio, no qual é apresentado o regime experimental de execução, exploração e acesso à informação cadastral, o cadastro é definido de uma forma mais condizente com a realidade atual, onde para além de um elemento identificativo/caraterizador, é encarado como um elemento harmonizador da informação de diferentes entidades – *«O cadastro predial é um registo administrativo, metódico e atualizado, de aplicação multifuncional, no qual se procede à caracterização e identificação dos prédios existentes em território nacional»*.

Outro dos conceitos incontornáveis para o desenvolvimento de atividades de âmbito cadastral que importa esclarecer, é a definição de prédio. Esta definição inicia as primeiras desarmonias entre o Fisco e o Registo Predial, constituindo-se como um dos principais entraves à operacionalização do cadastro predial em Portugal (BEIRES, 2013).

Assim, nos termos do nº 1 do artigo 204º do Código Civil (coisas imóveis), é possível verificar que *«são coisas imóveis: os prédios rústicos e urbanos; as águas; as árvores, os arbustos e os frutos naturais, enquanto estiverem ligados ao solo; os direitos inerentes aos imóveis mencionados nas alíneas anteriores; as partes integrantes dos prédios rústicos e urbanos»*. Em seguida, no nº 2 do mesmo artigo, é estabelecida a definição de prédio rústico e de prédio urbano, entendendo-se como prédio rústico *«uma parte delimitada do solo e as construções nele existentes que não tenham autonomia económica»*, e como prédio urbano, *«um edifício incorporado no solo, com os terrenos que lhe sirvam de logradouro»*.

De salientar ainda que, no nº 3 do referido artigo, é mencionado que fazem parte das “coisas imóveis”, *«toda a coisa móvel ligada materialmente ao prédio com carater de permanência»*.

As definições apresentadas pelo Código Civil, apesar da sua clareza, chocam com as definições apresentadas para efeitos fiscais, onde a complexidade das definições se acentua e, inevitavelmente, a clarividência se vai desvanecendo.

Recorrendo ao artigo 2º do Código do Imposto Municipal sobre Imóveis, um *«Prédio é toda a fração de território, abrangendo as águas, plantações, edifícios e construções de qualquer*

*natureza nela incorporados ou assentes com carácter de permanência, desde que faça parte do património de uma pessoa singular ou coletiva e, em circunstâncias normais, tenha valor económico, bem como as águas, plantações, edifícios ou construções nas circunstâncias anteriores, dotados de autonomia económica em relação ao terreno onde se encontrem implantados, embora situados numa fração de território que constitua parte integrante de um património diverso ou não tenha natureza patrimonial».*

Na definição supramencionada, verifica-se uma tentativa de evitar a separação entre o prédio, propriamente dito, e os elementos que dele sejam parte integrante, algo que já estaria contemplado na primeira definição, constituindo-se como, “*coisas autónomas registáveis enquanto tal*” (BEIRES, 2013).

O artigo nº 3 do Código de Imposto Municipal sobre Imóveis (IMI) refere ainda que são considerados prédios rústicos «*os terrenos situados fora de um aglomerado urbano que não sejam de classificar como terrenos para construção*»; os que «*estejam afectos ou, na falta de concreta afectação, tenham como destino normal uma utilização geradora de rendimentos agrícolas, tais como são considerados para efeitos do imposto sobre o rendimento das pessoas singulares (IRS)*»; os que «*não tendo a afectação indicada na alínea anterior, não se encontrem construídos ou disponham apenas de edifícios ou construções de carácter acessório, sem autonomia económica e de reduzido valor*» (art.º 3, nº1) e os que se «*situam dentro de um aglomerado urbano, desde que, por força de disposição legalmente aprovada, não possam ter utilização geradora de quaisquer rendimentos ou só possam ter utilização geradora de rendimentos agrícolas e estejam a ter, de facto, esta afectação*» (art.º 3, nº2).

De acordo com a definição do código IMI, para diferenciarmos os prédios rústicos dos urbanos pressupõe-se o conhecimento de outros conceitos acessórios, como por exemplo, o conceito de perímetro do aglomerado urbano, autonomia económica, fonte de rendimentos, entre outros.

A falta de clareza na definição dos conceitos de base para o desenvolvimento das atividades cadastrais, é um dos fatores que contribui para que, neste momento, ainda não seja possível o desenvolvimento de um sistema integrado que proporcione a gestão e exploração deste tipo de informação.

Por outro lado, a falta de interoperabilidade, demonstrada com a difusão da definição das pedras basilares do cadastro, contribui para que programas como o cadastro geométrico de propriedade rústica não tenham tido os resultados esperados, e para que o programa SINERGIC esteja ainda em fase de desenvolvimento em apenas sete municípios, posicionando Portugal como um dos poucos países Europeus onde ainda não existe uma cobertura cadastral integral do território.

A metodologia levada a cabo pelo SINERGIC surge no sentido de produzir melhores resultados que o antigo cadastro geométrico de propriedade rústica, atribuindo a este último, validade



jurídica, assegurando a confirmação da informação por parte dos proprietários, através da consulta pública, e a sua correspondência com o registo predial (BEIRES, 2003).

Em suma, o SINERGIC prevê a criação de um sistema de referência, que combina a localização e delimitação espacial de cada prédio, com a matriz e a descrição predial, através da atribuição de um registo oficial único e universal, que permite atribuir, em termos oficiais, uma identificação e uma localização geoespacial unívoca a cada prédio (NIP – Número de Identificação de Predial), suas estremas e suas partes sociais e edificadas, com aplicação a todos os prédios rústicos e urbanos existentes no território nacional.

## 2. Cadastro e a gestão dos espaços florestais

A informação cadastral, segundo Filipe Folque<sup>1</sup>, citado aqui por BORDALO (2012), é um dos três pilares fundamentais para a ciência de governar, juntamente com a topografia e a estatística, por se tratar do verdadeiro saber, ou seja, é um saber baseado em dados factuais.

O levantamento cadastral integral do território ganha cada vez maior importância no panorama do planeamento e ordenamento do território, sendo neste momento, um elemento indispensável à gestão municipal, implicando a coordenação entre os diversos serviços públicos, apresentando-se ainda como um fator de harmonização da informação entre diferentes entidades públicas.

Com base nas palavras de CORREIA (2002), o planeamento e a gestão do território pressupõem que os primeiros dados a levantar sejam aqueles que correspondam ao próprio território, sua localização, limites e propriedade, ou seja, o cadastro. A não consideração deste tipo de informação poderá levar ao agravamento das dificuldades burocráticas e das indesejáveis desigualdades entre proprietários.

Debruçando-nos agora sobre o conceito de ordenamento do território, verifica-se que este está relacionado com a *«repartição das atividades humanas (rurais e urbanas), com preocupações de localização e ordenação do espaço com outras que lhe são absolutamente estranhas como a segurança, salubridade, estética, comunicações, qualidade e quantidade da habitação, equipamentos coletivos, etc.»* (D. F. Amaral, citado por BENTO-GONÇALVES (2011).

Desta forma, o ordenamento do território tem o seu foco no combate às desigualdades regionais, com vista ao desenvolvimento equilibrado dos territórios, interpretando-os de uma forma holística, ou seja compreendendo os fenómenos na sua totalidade e globalidade.

Nesta perspetiva, é importante que se verifique uma complementaridade transversal a todos os níveis, quer entre entidades, quer entre planos/políticas, simplificando a execução das diretrizes

---

<sup>1</sup> Político, militar e matemático português, que em 1843, a par de seu pai, foi incumbido de realizar a carta topográfica de Portugal.

estabelecidas pelos planos de expressão territorial de âmbito nacional, regional ou local, salvaguardando, de igual forma, o cumprimento dos direitos dos proprietários e, por outro lado, o cumprimento das diretrizes dos instrumentos de planeamento destinados a determinada área.

De acordo com o referido anteriormente, e reportando-nos às ações de âmbito cadastral levadas a cabo nos últimos anos, consegue-se perceber que a complementaridade não se tem verificado, podendo isto ser interpretado como um reflexo das lacunas existentes ao nível das políticas de ordenamento do território.

FERRÃO (2014) explica estas lacunas com *«a existência de um sistema de ordenamento do território jovem mas descredibilizado precocemente e de uma comunidade técnico-profissional e científica disciplinarmente fragmentada»*, fazendo transparecer que ainda é necessário efetuar algumas mudanças, dada a existência, persistente, de uma cultura política e administrativa pouco favorável à coordenação intersectorial no que diz respeito, às políticas de incidência territorial.

A criação do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), em 2007 (Lei nº 58/2007), surge como uma consciencialização dos políticos e da população em geral, relativamente à importância de uma nova cultura de ordenamento do território, que alterasse os paradigmas anteriores.

Nesta perspetiva SOARES (2009), citado aqui por FERRÃO (2014), lança o mote, *«a qualidade do território que agora tanto se reclama, colocando-a mesmo como objetivo central das políticas de ordenamento neste início de século, não se atinge apenas com a vontade política dos governantes nem com imposições administrativas através da gestão do território, por mais condicionamentos ambientais que lhe sejam adicionados. Para além desta vontade e da capacidade de a aplicar através do aparelho institucional e administrativo do Estado, indiscutivelmente necessários, é indispensável que exista subjacente uma **cultura coletiva** que integre os valores do território (entendido como um espaço geográfico com identidade, com história, vivido por pessoas e conformado pela sociedade) e uma **cultura de planeamento** que não se limite a conceitos, padrões e tecnologias importadas, mas que assente no entendimento das realidades históricas, sociais, económicas, políticas e também das memórias que tecem a “circunstância” da arquitetura dos espaços onde vivemos, isto é, do nosso país, da nossa cidade ou do nosso bairro»*.

No esquema do processo de planeamento e gestão urbanística apresentado por CORREIA (2002), pretende demonstrar-se uma abordagem mais atual, onde o conhecimento do território desempenha um papel central no desenvolvimento de estratégias e políticas de ordenamento, bem como o fornecimento de informação de suporte à tomada de decisão (Figura 1).

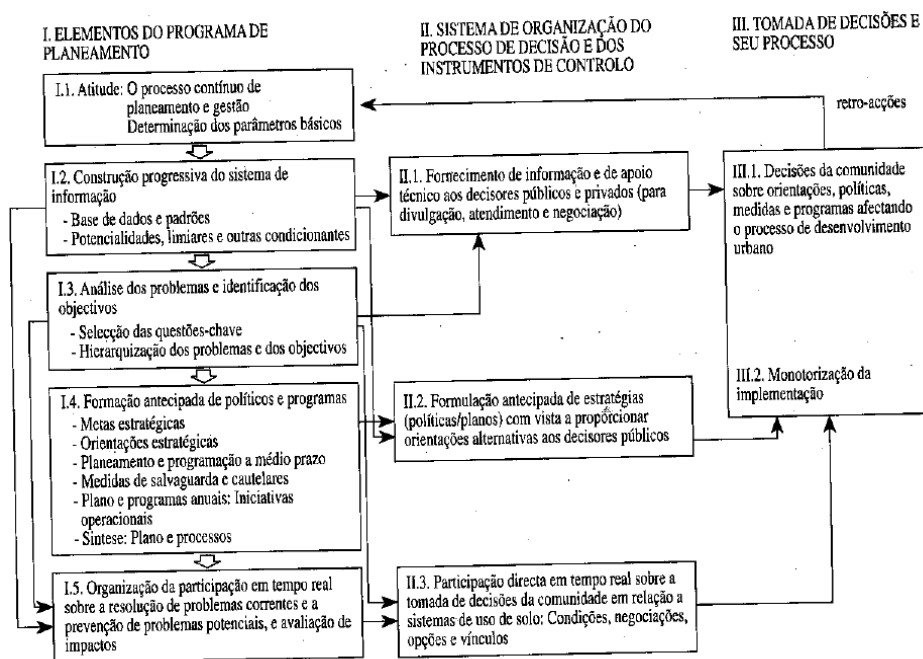


Figura 1 – Processo de Planeamento e gestão urbanística (retirado de CORREIA, 2002)

O desenvolvimento sustentável surge como um conceito de suporte importante, incutindo às políticas de ordenamento a salvaguarda dos recursos naturais. Preocupações estas que são impulsionadas pela sustentabilidade, funcionando como elo de ligação entre as necessidades do Homem e o desenvolvimento económico de cada região onde este se insere, visando a concretização dos objetivos sociais, económicos e sobretudo ambientais.

A noção de racionalidade subjacente ao conceito sustentabilidade tem contribuído, em certa medida, para acelerar a mudança dos valores no ordenamento do território em Portugal. As questões do ambiente, da preservação dos recursos para as gerações futuras e a adoção de práticas mais equilibradas e conscienciosas, permitiram o despertar de uma cultura de ordenamento do território mais racional, e por conseguinte, aproximando-se da realidade que se vislumbra atualmente - atenta aos novos parâmetros reguladores do ordenamento do território, para dar resposta a problemas mais complexos, de uma realidade, também ela, mais complexa.

Transpondo as orientações supramencionadas para um contexto florestal, verifica-se, de igual forma, a existência de preocupações com a garantia da sustentabilidade em espaços florestais e com a coordenação dos instrumentos de expressão territorial. De acordo com os termos do artigo 4º do Decreto-lei 204/99 de 9 de junho, a definição de ordenamento florestal prevê um «conjunto de normas que regulam as intervenções nos espaços florestais com vista a garantir, de forma sustentada, o fluxo regular de bens e serviços por eles proporcionados», em consonância com o disposto, o Decreto-lei 33/96 de 17 de agosto, que define as bases da política florestal, no seu artigo 5º, e que refere que «a organização dos espaços florestais faz-se, em

*cada região, através de planos de ordenamento florestal, numa óptica de uso múltiplo e de forma articulada com os planos regionais e locais de ordenamento do território».*

Os espaços florestais são uma parte substancial do nosso território, e neste particular podemos verificar que 94% do território nacional tem uma ocupação relacionada com o espaço rústico. Todavia, se formos mais específicos, percebemos que, da fatia de território com ocupação rústica, 38% diz respeito aos espaços ocupados por matas e povoamentos florestais.

Tabela 1 – Distribuição da ocupação do território continental português (adaptado de BEIRES, 2013)

Tipologia de uso do solo		% de ocupação do solo
Planos de água	Espaços aquáticos: praias e rios com os seus estuários e albufeiras, zonas húmidas e áreas marginais	2%
Território urbano	Espaços artificializados, edificados em aglomerados urbanos polarizados ou dispersos ou ocupados com vias de comunicação	4%
Território rústico	Agricultura e suas culturas anuais ou permanentes para pastagens controladas	36%
	Matas e povoamentos florestais	38%
	Matos e incultos	22%
	Árvores dispersas e áreas ardidas	3%
	Improdutivos	1%

} **94%**

Neste âmbito, a importância destes espaços não poderá passar despercebido quando se fala em políticas de ordenamento do território. O desenvolvimento de uma política florestal eficaz poderá ser uma das soluções para uma gestão mais sustentável da floresta.

Atualmente, o ordenamento e a gestão florestal assentam na articulação de políticas setoriais de âmbito regional, através dos Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF)<sup>2</sup>, com os planos e programas de execução de âmbito local, como é o caso, das Zonas de Intervenção

<sup>2</sup> PROF – Instrumento de política sectorial à escala da região, que estabelece as normas específicas de utilização e exploração dos espaços florestais, de acordo com os objetivos previstos na Estratégia Nacional para as Florestas, com a finalidade de garantir a produção sustentada do conjunto dos bens e serviços a eles associados.

Florestal (ZIF)<sup>3</sup>, dos Planos de Gestão Florestal (PGF)<sup>4</sup> e dos Planos de Utilização de Baldios (PUB)<sup>5</sup>. Note-se que estes planos são a base de desenvolvimento dos projetos para o setor das florestas. Contudo, a execução destas políticas não poderá descartar as políticas de ordenamento do território de âmbito nacional, pois têm que estar igualmente em concordância.

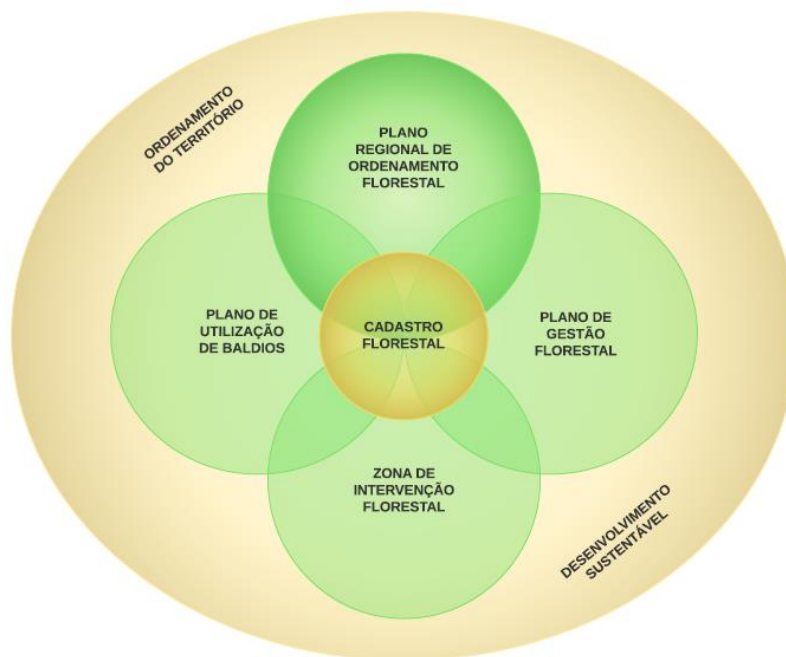


Figura 3 – Ordenamento e Gestão Florestal, elaboração própria

A visualização da figura 3 demonstra que o alcance de uma cultura de ordenamento do território, condizente com os padrões de desenvolvimento sustentável em vigor, só poderá ser alcançada através da articulação destes instrumentos.

O conhecimento integral do território florestal apresenta-se como uma ferramenta indispensável ao processo de gestão florestal, sobretudo para a viabilização das intervenções sobre a ocupação e uso dos espaços florestais e para definição de zonas de intervenção prioritária.

Por outro lado, a realização do cadastro florestal a nível nacional seria um enorme passo para o ordenamento do mundo rural, o que poderia contribuir de forma significativa para o desenvolvimento do interior de Portugal e em particular das suas áreas mais marginais, as áreas montanhosas.

<sup>3</sup> ZIF – área territorial contínua e delimitada, constituída maioritariamente por espaços florestais, submetida a um plano de gestão florestal e a um plano de específico de intervenção florestal e administrada por uma única entidade.

<sup>4</sup> PGF – Instrumento de administração dos espaços florestais que, de acordo com as orientações definidas no PROF determina, no espaço e no tempo, as intervenções de natureza cultural e de exploração dos recursos, visando a produção sustentada dos bens e serviços por eles proporcionados e tendo em conta as atividades e os usos dos espaços envolventes.

<sup>5</sup> PUB – instrumento de ordenamento florestal ao nível da execução que prevê um conjunto de intervenções na floresta, nas suas várias componentes, distribuídas no tempo. Apesar da sua utilidade e do seu caráter obrigatório, na maioria dos casos a sua elaboração é feita quando se quer submeter estas áreas a ajudas comunitárias, nomeadamente para a realização de projetos florestais.

### 3. Conclusões

O ordenamento do território em Portugal apresenta um défice de coordenação ao nível da atuação governamental, tornando-a de certa forma obsoleta e desajustada dos novos paradigmas para o setor.

A título exemplificativo, o autor Paulo V. D. Correia (2002), na sua tese de doutoramento, sintetiza de forma objetiva a ação governativa relativamente às questões do solo, podendo esta ser estendida aos diversos níveis de atuação:

*«a procura de soluções exequíveis é uma questão de tomada de consciência ao nível das instituições e dos indivíduos, das relações sociedade-território, para a partir daqui serem eficazmente identificados os objetivos, selecionadas as vias e mobilizados os meios necessários ao exercício de uma política de solos ao nível nacional e local.»*

Neste sentido, é urgente que os governos desenvolvam mecanismos de maior eficácia para a implementação das políticas de expressão territorial, seguindo as diretrizes de um desenvolvimento realmente sustentável.

A falta de articulação dos instrumentos de gestão territorial tem repercussões igualmente negativas no panorama da gestão florestal. A título exemplificativo, *«os incêndios florestais do ano de 2003 mostraram a ineficácia dos meios e da estrutura de combate atuais e veio pôr a nu o desordenamento florestal nacional, evidenciando a necessidade de um planeamento e uma gestão florestal integrada e integrante que aborde diferentes escalas espaciais e temporais»* (BENTO-GONÇALVES, 2011). Importa referir que não será por falta de instrumentos de gestão territorial que o planeamento não tem apresentado uma resposta mais eficaz. Contudo, a falta de clareza por vezes verificada ao nível da execução, poderá ser um grande entrave ao cumprimento das diretrizes estabelecidas pelos instrumentos de ordem superior.

Esta situação é igualmente verificável entre as entidades responsáveis pela coordenação dos trabalhos referentes ao cadastro em Portugal, contribuindo para o atual atraso nesta matéria, comparativamente com os restantes países europeus.

A falta de fluidez no processo cadastral, juntamente com um processo burocrático moroso e custos financeiros muito elevados, dificulta gravemente a execução dos trabalhos cadastrais. Se por um lado o cadastro das áreas urbanas já apresenta um bom desenvolvimento, o cadastro rústico tem ainda quase todo o caminho a percorrer.

Como referido anteriormente, a ocupação florestal representa uma grande parte do território de Portugal. Nesta perspetiva, é importante que as carências existentes a este nível sejam dissipadas, para que as iniciativas deste âmbito comecem a proliferar por todos os municípios nacionais.

Este incentivo teria impactes bastante positivos no que diz respeito ao ordenamento, à gestão e manutenção das áreas florestais, nomeadamente na prevenção de incêndios florestais, na ocupação do solo e na implementação de todo o tipo de políticas de salvaguarda destes espaços.

#### **4. Bibliografia**

Beires, Rodrigo Sarmiento (2013). *O cadastro e a propriedade rustica em Portugal* Lisboa: Fundação Manuel dos Santos.

Bento-Gonçalves, António (2011). *Geografia dos Incêndios em Espaços Silvestres de Montanha – caso da serra da Cabreira* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Bordalo, Ana Cristina (2012). *Cadastro Predial em Urbanismo: Que modelo?* Lisboa: Edições Colibri.

Consulta do Código do Imposto Municipal sobre Imóveis no portal das finanças a 04/07/2016 às 15:14 [http://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao\\_fiscal/codigos\\_tributarios/CIMI/index\\_cimi.html](http://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao_fiscal/codigos_tributarios/CIMI/index_cimi.html).

Correia, Paulo V. D. (2002). *Política de Solos no Planeamento Municipal* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian

Direcção-Geral do Território, consultado a 27/06/2016, às 16:58 [http://www.dgterritorio.pt/cadastro/cadastro\\_predial](http://www.dgterritorio.pt/cadastro/cadastro_predial)

Ferrão, João (2014). *O ordenamento do território como política pública* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian

#### **Legislação**

Lei 33/96 de 17 de agosto da Assembleia da República. Diário da República: I Série-A, nº190 (1996).

Lei nº 58/2007 de 4 de setembro da Assembleia da República. Diário da República: I Série, nº170 (2007)

Decreto-lei nº 172/95 de 18 de julho do Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Diário da República I Série-A, nº164 (1995).

Decreto-lei 204/99 de 9 de junho do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Diário da República I Série-A, nº 133 (1999).

Decreto-lei 224/2007 de 31 de maio do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Diário da República I Série, nº105 (2007).

Código Civil Livro I Título II. Subtítulo II – Das coisas, artigo 204º

## Métodos e Estratégias para a Execução Cadastral no Contexto da Gestão Florestal

C. Carvalho<sup>(a)</sup>, A. Lourenço<sup>(b)</sup>, A. Vieira<sup>(c)</sup>, A. Bento Gonçalves<sup>(d)</sup>

(a) Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade do Minho  
carlosmscarvalho@live.com

(b) Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade do Minho  
plourenco.sig@gmail.com

(c) Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Departamento de Geografia, Universidade do Minho  
vieira@geografia.uminho.pt

(d) Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Departamento de Geografia, Universidade do Minho  
bento@geografia.uminho.pt

### Resumo

A execução cadastral consiste na reunião de elementos geométricos e alfanuméricos relativos à correta identificação dos "prédios" e dos respetivos titulares, numa determinada área geográfica (Silva, 2012). Com a introdução do Decreto-Lei n.º 172/95 de 18 de Julho e consequente aprovação do Regulamento do Cadastro Predial criam-se as condições para que exista um registo sistemático e exaustivo dos "prédios" existentes, elaborado sobre uma base cartográfica apropriada e fidedigna que permite a georreferenciação precisa dos prédios e dos seus limites de propriedade. Mais tarde, e com o Decreto-Lei n.º 224/2007, de 31 de Maio, é regulamentado o regime, ainda que experimental, da execução do Cadastro Predial, visando a criação do Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral (SINERGIC). Neste sentido, procuramos no presente trabalho organizar e esquematizar as diferentes fases desta operação de forma a preparar os dados cadastrais, facilitando a sua integração no SINERGIC.

**Palavras chave:** Execução Cadastral, SINERGIC, Dados Alfanuméricos, Dados Geométricos

### 1. Objetivo

Com este trabalho pretendemos fazer uma síntese da evolução dos aspetos metodológicos do Cadastro em Portugal, destacar os momentos chave da sua história e adaptar os dados resultantes do levantamento cadastral no contexto da gestão e do ordenamento florestal ao SINERGIC. Desta forma, promove-se a uniformização dos dados segundo as especificações técnicas da execução de cadastro predial, permitindo que sejam, posteriormente, introduzidos no sistema e relacionáveis com as demais informações fiscais e jurídicas.



## 2. Metodologia

A metodologia utilizada consistiu, numa primeira fase, na consulta de bibliografia especializada sobre o tema, onde se destaca a consulta da legislação que regula este processo. Numa segunda fase, o trabalho de levantamento de campo deu-nos a possibilidade de experienciar todo o processo prático, e dessa forma procurámos transpô-lo para este trabalho.

## 3. Enquadramento

Desde o século XIX que se vem verificando diversas tentativas de implementação de modelos cadastrais em Portugal (Silva, 2012). Contudo, a informação relativa aos cerca de 17 milhões de prédios, rústicos e urbanos, existentes no País encontra-se, na sua grande maioria, dispersa por diversos registos, desde o Instituto Português de Cartografia e Cadastro (atualmente Direcção-Geral do Território), à Direcção-Geral das Contribuições e Impostos e às Conservatórias do Registo Predial (Decreto-Lei 172/95). O facto de cada uma das três bases de informação ser organizada, detida e gerida por entidades distintas, e tuteladas por ministérios diferentes, fez com que cada uma se desenvolvesse consoante os objetivos para que foi criada, sem uma visão geral de interligação e harmonização da informação (Couto *et al.*, 2006).

Na verdade, até meados do século XX, o cadastro traduzia-se apenas num inventário fiscal, pormenorizado mas sem expressão cartográfica, ao contrário do que se desejara desde o início. Isto porque a criação do Cadastro em Portugal esteve, desde sempre, associada à Carta Geral do Reino, estando esta apenas terminada em 1904 com a impressão da última folha da carta corográfica 1:10 000. Assim e ao mesmo tempo que se foi avançando na execução da primeira carta geográfica de Portugal, desenvolveu-se significativamente a Administração Pública, o que permitiu criar as matrizes fiscais dos prédios e dar corpo ao registo predial, apesar da desarmonia entre o registo predial e o fisco. E foi a partir daí que, mais tarde, se veio a lançar o cadastro geométrico, lentamente estendido à metade sul do País ao longo dos últimos cem anos, onde já se verificava referência à «velha pretensão de harmonizar o registo com o cadastro geométrico» pela Lei n.º 2049, de 6 de Agosto de 1951. É então na segunda metade do século XX que o cadastro toma a forma de Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica (Beires *et al.*, 2013), mas mantendo apenas os objetivos de teor mais fiscal, destinado a conhecer os prédios para apuramento da matéria tributável, sendo este apenas aplicado em 134 dos 308 concelhos do nosso país (Silva, 2012).

A partir de um modelo cuja finalidade era essencialmente fiscal, surge a criação do Regulamento do Cadastro Predial com o Decreto-Lei n.º 172/95 de 18 de Julho, dando assim origem a um momento importante no avanço do cadastro nacional com a introdução da componente multifuncional, o “Cadastro Predial”, englobando agora prédios rústicos e urbanos,

e que permitiria trazer uma nova abordagem do Cadastro em Portugal (Silva, 2012). Um novo pensamento se desenvolve com o consciencializar das diversas disposições legais, nomeadamente as que respeitam a servidões administrativas e a restrições de utilidade pública, incluindo a Reserva Agrícola Nacional e a Reserva Ecológica Nacional, bem como as zonas de proteção de imóveis classificados, que impõe condicionantes sobre áreas do território independentemente dos prédios nelas implantados, tornando-se fundamental, nessas circunstâncias, poder dispor de descrições seguras e uniformes dos prédios abrangidos. Assim, o conhecimento rigoroso do Cadastro Predial é cada vez mais imprescindível, quer para a adequada infraestruturação, utilização e gestão dos solos, quer para o desempenho racional das mais diversas atividades económicas que dele necessitam. Desta forma, passa-se dum entendimento primitivo do cadastro predial como processo de finalidade tributária para o conceito atual do cadastro predial multifuncional, já que é possível desenvolver um registo único de todos os prédios, onde, através de critérios uniformes, cada qual esteja univocamente identificado e caracterizado (Decreto-Lei 172/95). Contudo, e apesar desta estrutura se manter até á data, em termos práticos não existe Cadastro Predial disponível para consulta com estas características, pois foi uma medida que nunca saiu do papel. Nos municípios onde foram executados levantamentos cadastrais, estes nunca foram aprovados, devido á dificuldade de ligação entre a informação existente nos Serviços de Finanças e os levantamentos realizados (Silva, 2012).

Perante as dificuldades de execução cadastral, é lançado o Decreto-Lei n.º 224/2007, que pretende permitir a viabilização de um sistema de informação predial único que condense, de forma sistemática, a realidade fatural da propriedade imobiliária com o registo predial, as inscrições matriciais e as informações cadastrais. Tal objetivo é proporcionado pela criação do Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral (SINERGIC), que permite a criação da informação predial única, assumindo, em simultâneo, a tarefa de suprir a escassa cobertura territorial do cadastro predial, simplificando e desburocratizando os atuais procedimentos de execução e conservação do cadastro, cuja complexidade é, em parte, responsável pelo insucesso do modelo criado pelo Decreto-Lei n.º 172/95, de 18 de Julho (Decreto-Lei 224/2007). Assim, o SINERGIC é um sistema de informação de todos os processos cadastrais em Portugal, agregando num único sistema todas as normas, bases cartográficas, procedimentos técnicos e formais, formulários, etc., necessários para concretizar e gerir o cadastro. O seu suporte físico será uma plataforma tecnológica sediada na DGT e ligada em rede a todos os utilizadores, públicos e privados, passando a estar permanentemente disponível pela internet. A DGT assegura a gestão e exploração de todo o sistema e o controlo, designadamente quanto aos níveis de acesso e intervenção (Beires *et al.*, 2013).

#### 4. Execução Cadastral: o Cadastro Predial

Oficialmente, o Cadastro Predial é definido pelo DL n.º 172/95 como «o conjunto dos dados que caracterizam e identificam os prédios existentes em território nacional», ou, como mais tarde para a sua operacionalização foi estabelecido no DL n.º 224/2007, como «um registo administrativo, metódico e atualizado, de aplicação multifuncional, no qual se procede à caracterização dos prédios existentes em território nacional».

Em síntese, o Cadastro Predial vem proceder à localização e delimitação geográfica e espacial de cada prédio identificado e demarcado pelo seu proprietário, atribuindo-lhe coordenadas referenciadas a um sistema nacional único, devendo assegurar a correspondência entre cada prédio identificado numa fotografia aérea ortorretificada, com um artigo da matriz e com uma descrição predial. O Cadastro não vai substituir esses documentos, vai apenas assegurar a sua correspondência unívoca, ficando o prédio identificado pelo mesmo número nos três ficheiros – Cadastro, Matriz e Registo, designado por «Número de Identificação Predial» (NIP), sendo este único para cada prédio (Beires *et al.*, 2013).

##### a. Método Resultante do Regulamento do Cadastro Predial

Silva em 2012 sistematizou em dois quadros a informação necessária para a caracterização e identificação de um prédio, bem como apresentou um esquema onde caracteriza informação cadastral existente no Cadastro Predial.

Quadro 1 – Caracterização de um prédio

Quadro 1 - Caracterização de um prédio	
Localização Administrativa	Distrito, Concelho e Freguesia (DICOFRE) onde se encontra a totalidade ou maior parte da sua área ou, em zonas urbanas, onde se situa a sua serventia principal
Localização Geográfica	Localização geográfica das suas extremas. Geralmente utilizado o <i>DATUM 73</i> , com origem no Ponto Fictício (translação de 200 km em M e 300 km em P)
Configuração Geométrica	Estabelecida pela representação cartográfica das suas extremas, áreas sociais e construções
Área do Prédio	Diferença entre a área total do prédio e as suas áreas sociais

Fonte: Silva, 2012

Quadro 2 – Identificação de um prédio

<b>Quadro 2 - Identificação de um prédio (NIP = AMMMMMPPPPBBBBCCCD)</b>	
A	Dígito que identifica a localização do prédio no Continente (1) ou Regiões Autónomas (0)
MMMMMPPPPP	Dígitos que identificam as coordenadas da folha cadastral onde o prédio se encontra, em decâmetros (5 para M e 5 para P)
BBBB	Dígitos que identificam o número do prédio na folha cadastral (sequencialmente desde 0001 a partir do canto superior esquerdo, em “serpente (ou “hélice”) até ao canto inferior direito)
CCCC	Dígitos que identificam a propriedade ou fração autónoma (sequencialmente desde 0001 ou 0000 no caso de propriedade indivisa)
D	Dígito de controlo

Fonte: Silva, 2012

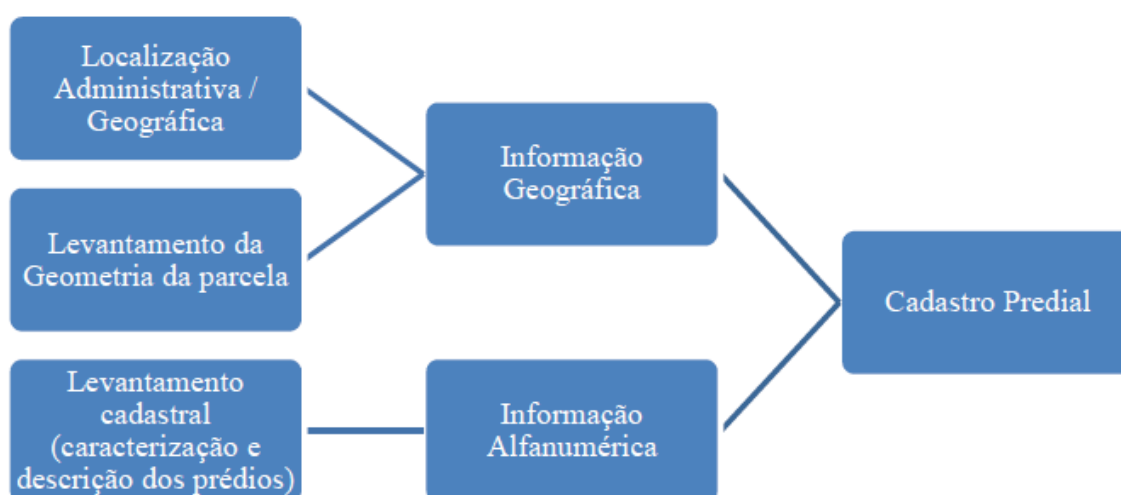


Figura 1 – Esquema caracterizador da informação cadastral existente no Cadastro Predial

Fonte: Silva, 2012

## b. Método Resultante do SINERGIC

O objetivo da operação de execução de Cadastro «é a caracterização e identificação dos prédios, baldios e áreas urbanas de génese ilegal e as áreas de cadastro diferido», o que se obtém pela caracterização no terreno através da identificação dos titulares do direito de propriedade. «Complementarmente são também caracterizados fiscal e juridicamente», colhendo os seus elementos descritivos no registo e na matriz. Assim, sinteticamente e sequencialmente, as fases de operação de execução de cadastro são (Beires *et al.*, 2013):

- Aquisição de cartografia de suporte;
- Publicitação (aviso para demarcação dos prédios e declarações, no prazo);
- Demarcação dos prédios pelos proprietários;
- Declaração de titularidade (dos prédios);
- Aquisição de dados cadastrais (no terreno);
- Ultimação da caracterização provisória dos prédios (a validar pelo IGP);
- Publicitação (para consulta pública)
- Consulta pública
- Caracterização definitiva dos prédios (depende da aceitação pelo IGP)
- Conclusão da operação (descrição e publicação oficial da conclusão)

Quadro 3 - Identificação de um prédio

<b>Quadro 3 - Identificação de um prédio</b> (NIP = 15 dígitos, distribuídos por quatro conjuntos)	
1º Conjunto	Dígito que identifica a localização do prédio no Continente (1) ou Região Autónoma dos Açores (2) ou Região Autónoma da Madeira (3)
2º Conjunto	Composto por seis dígitos que identificam a quadrícula do seccionamento onde o prédio se encontra localizado, definida pelo IGP
3º Conjunto	Composto por seis dígitos que identificam o número do prédio dentro de uma quadrícula do seccionamento
4º Conjunto	Composto por dois dígitos destinados a controlo

Fonte: Decreto-Lei 224/2007 (adaptado)

## 5. Aquisição de Dados Cadastrais no Terreno: método proposto adaptado à gestão florestal

### 5.1. Recolha de dados Alfanuméricos em áreas de cadastro descritivo para composição da ficha técnica de campo

A recolha da informação alfanumérica deverá ser organizada sob a forma de tabelas para facilitar a recolha e gestão dos dados relativos à identificação predial, titularidade e/ou outros detentores de direitos, como também em relação à entidade gestora, caracterização do solo, coberto vegetal e acessos no contexto da gestão florestal.

Quadro 4 – Identificação Predial

Identificação do Prédio		
Distrito		
Concelho		
Freguesia		
Lugar		
Área		
Artigo Matricial		
Descrição Predial		
Confrontações	Norte	
	Sul	
	Nascente	
	Poente	
Localização Geográfica (coordenadas e/ou mapa)		
Sistema de Coordenadas		
Cartas Militares		

Fonte: Própria, 2016

Quadro 4 – Identificação dos Titulares

Nome Proprietário			
NIF:		B.I / C.C:	
Morada:			
Contato tel. / E-mail:			
Estado Civil:			
Nome do Cônjuge:			

NIF:		B.I / C.C:	
Se existir outros detentores de direitos			
Tipo de detentor:			
Nome:			
NIF:			
Morada:			
Contato Tel. / E-mail:			

Fonte: Silva, 2012

Quadro 5 – Identificação da Entidade Gestora

Nome da Entidade Gestora:	
Morada:	
Contato Tel. / E-mail:	

Fonte: Própria, 2016

Quadro 6 – Caracterização do Solo, Coberto Vegetal e Acessos

Tipo de Vegetação (Espécies, altura):	
Estado do Terreno/Solo/Vegetação:	
Tipo de Exploração Florestal:	
Acessos (tipo):	
Existência de Caminhos Públicos:	

Fonte: Própria, 2016

Quadro 7 – Outras Observações

Observações Relevantes	
Testemunhas Contatadas	

Fonte: Própria, 2016

## 5.2. Recolha de Dados Geométricos:

A recolha dos dados geométricos, que consiste na caracterização física do prédio através da identificação dos seus limites de propriedade, terá que ser apoiada por pessoas informadas e conhecedoras dos mesmos, em particular pelos respetivos titulares, e no caso da sua impossibilidade ou dificuldade, deverá ser por aqueles que melhor detém conhecimento do local, como os agricultores, caseiros, pastores, elementos da direção das juntas de freguesia, entre outros, de forma a permitir o levantamento da configuração geométrica e também alfanumérica de cada prédio.

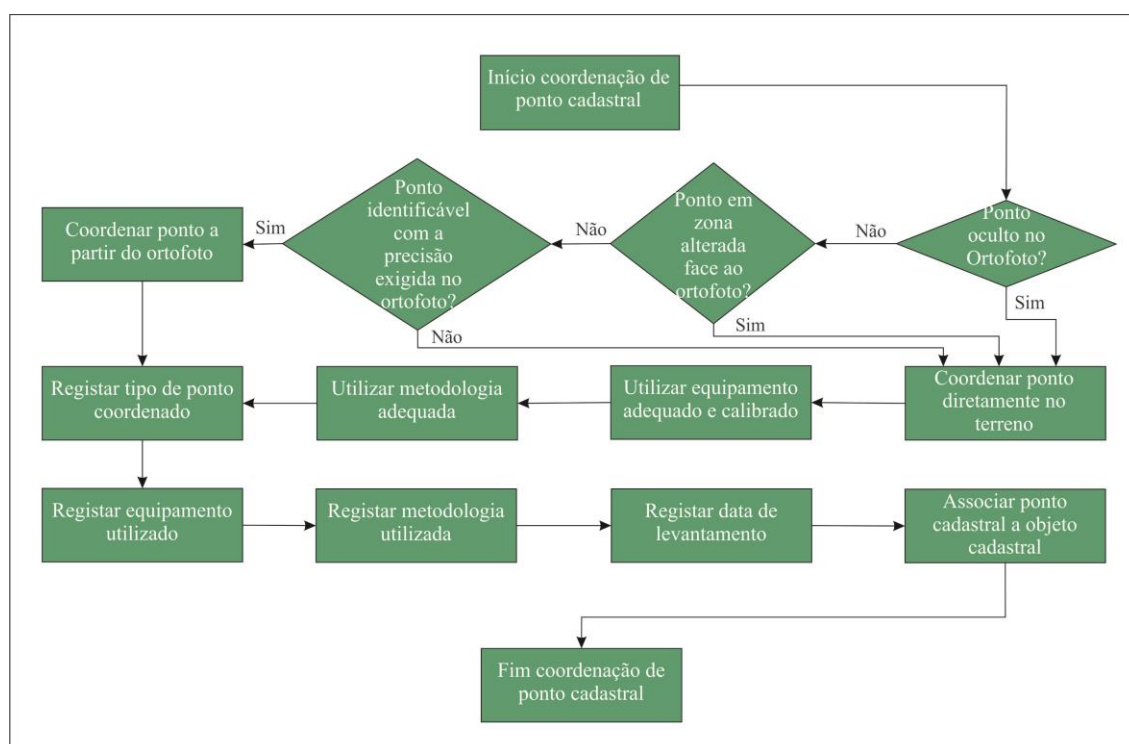


Figura 2 – Coordenação de ponto cadastral no levantamento de campo

Fonte: Direção de Serviço de Informação Cadastral - IGP, 2009 (adaptado)

Assim, a configuração geométrica de cada prédio é feita a partir dos pontos coordenados, através dos quais se derivam as estremas, que por sua vez, e através da sua congregação, formam os polígonos representativos de cada prédio. Cada uma destas identidades incorpora os atributos pertinentes associados segundo as especificações técnicas da execução de cadastro predial resultantes do SINERGIC. Desta forma, pretendeu-se que o levantamento cadastral, para fins de gestão florestal, tivesse em conta as especificações técnicas do IGP, com o intuito de se facilitar a integração dos dados no Sistema Nacional de Exploração e Gestão da Informação Cadastral.



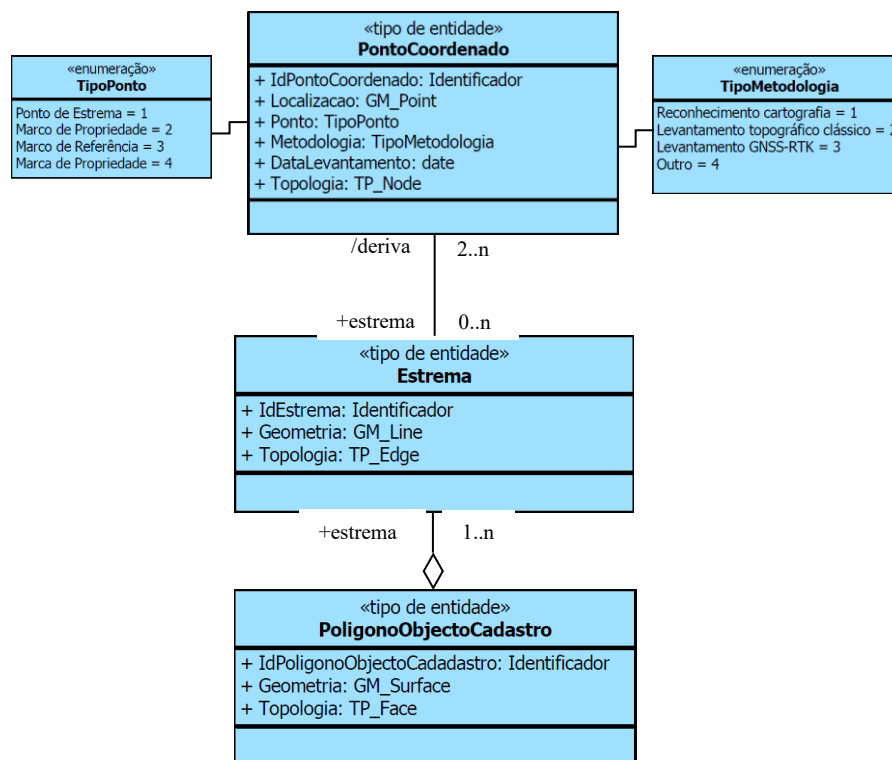


Figura 3 – Esquema aplicacional

Fonte: Direção de Serviço de Informação Cadastral – IGP, 2009 (adaptado)

## 6. Considerações Finais

Parece-nos que, apesar dos esforços de implementação de modelos cadastrais em Portugal, os seus vários insucessos se ficaram a dever à falta de articulação entre as várias instituições intervenientes, verificando-se que, de forma geral, as informações fiscais, jurídicas e geométricas não estão associadas. Contudo, sabemos que com o Decreto-Lei nº 172/95 passa a existir uma conceção cadastral multifuncional que introduz um registo único de todos os prédios, em que cada qual está univocamente identificado e caracterizado. Porém, é com o SINERGIC que se materializa a necessidade de criar um sistema de informação predial único que condense, de forma sistemática, a realidade fática da propriedade imobiliária com o registo predial, as inscrições matriciais e as informações cadastrais.

Neste sentido, e perante a execução de um levantamento cadastral no contexto da gestão florestal, foi para nós evidente associar aos levantamentos alfanuméricos de cariz florestal, os dados fiscais e jurídicos. Já em relação aos dados geométricos, seguiu-se o esquema aplicacional do IGP relativamente às entidades e respetivos atributos a criar, bem como as suas orientações para a coordenação de ponto cadastral e consequente formação de estremas e polígonos. Assim, cria-se a possibilidade futura de integração dos dados da área de trabalho no Sistema Nacional de Exploração e Gestão da Informação Cadastral.

## 7. Bibliografia

Beires, R. S., Amaral, J. G., & Ribeiro, P. (2013). *O Cadastro e a Propriedade Rústica em Portugal*. Lisboa: Guide – Artes Gráficas, Lda.

Couto, P., Manso, A., & Soeiro, A. (2006). Procedimentos Cadastrais: importância na sustentabilidade do desenvolvimento do imobiliário. [online]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10216/5474>. [Acedido em 28 de Junho de 2016].

DECRETO-LEI n.º 172/95 D.R. I Série A. 164 (18-07-1995) 4565.

DECRETO-LEI n.º 224/2007 D.R. I.ª Série 105 (31-05-2007) 3618.

Direção de Serviço de Informação Cadastral – Instituto Geográfico Português. (2009). Especificações técnicas da execução de cadastro predial. Lisboa: Instituto Geográfico Português.

Silva, A. (2012). *O Cadastro Português – A Evolução e o Momento Actual de uma das Peças Fundamentais na Gestão do Território Nacional*. Dissertação de Mestrado. Coimbra: Universidade de Coimbra



## **ANÁLISE TÊMPORO-ESPACIAL E REGIME DAS PRECIPITAÇÕES NA REGIÃO DAS MISSÕES, ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, NO PERÍODO DE 1992 A 2010**

A. de A. Ribeiro<sup>(a)</sup>, J. A. Zavattini<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia; Universidade Federal de Santa Catarina  
ribeirogeo@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia; Universidade Estadual Paulista; Unesp; Rio Claro; SP  
jazavattini@hotmail.com

### **Resumo**

A análise da precipitação na região de Missões, estado do Rio Grande do Sul, feita por Ribeiro, (2012), confirmou a hipótese de que a Região se caracteriza pela variabilidade de episódios chuvosos e de estiagens. Neste artigo, o objetivo é apresentar os resultados da análise têmporo-espacial e do regime das chuvas na área de estudo. Assim, a análise climática é vista a partir dos dados anuais, sazonais e mensais. Para isso procedeu-se à organização dos dados e o *software Surfer 8* possibilitou a visualização da distribuição da precipitação através de painéis têmporo-espaciais e pluviogramas. Constatou-se que a região se destaca nos anos secos e chuvosos perante o entorno, constituindo-se como área seguidamente atingida por extremos no volume acumulado e distribuição da chuva.

**Palavras-chave:** distribuição, chuvas, estiagens, região de Missões, Rio Grande do Sul.

### **1. Introdução, justificativas e objetivos do estudo da precipitação na região das Missões**

Ao se trabalhar a variabilidade temporal e espacial das precipitações na região das Missões, permeia-se a temática da variabilidade climática, pelo fato de se tratar da variação no volume e períodos de chuva ou estiagens em determinada área. Assim, relativamente à variabilidade climática, segundo Britto *et. al.* (2006), um dos principais fenômenos físicos é justamente a variabilidade da precipitação pluvial, que é uma das variáveis climáticas que maior influência exerce na qualidade do meio ambiente.

A região foi alvo de análise climática detalhada, com base nos princípios da abordagem dinâmica no que compete a distribuição da precipitação. Para tanto, apoiou-se teoricamente no conceito de Sorre (1951) para clima e no paradigma de Monteiro (1971), fundamentais para análise dos elementos climáticos.

A análise das chuvas e estiagens nas Missões se mostrou imprescindível em estudo apresentado por Ribeiro (2012), o qual confirmou a hipótese de que a área se caracteriza pela variabilidade de episódios chuvosos e de estiagens revelados pela análise geográfica do clima, bem como sustentados pela percepção climática dos moradores locais.

Neste artigo, o objetivo é apresentar os resultados da análise tempo-espacial e o regime das chuvas na área de estudo, sendo que, ambos contribuíram para os resultados da pesquisa acima referida. A abordagem teórico-metodológica para a análise da distribuição das precipitações segue os preceitos da Climatologia Geográfica preconizados por Monteiro (1971) e Zavattini (2004). Sendo assim, o estudo das precipitações é visto a partir dos dados anuais, sazonais e mensais.

## 2. Material e método aplicado

Escolheu-se a região das Missões, situada no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil para a análise das chuvas e estiagens. Os resultados foram obtidos a partir da operação climatológica (estatístico-descritivas) dos dados mensais de precipitação de quatro postos meteorológicos, sendo um posto no interior da região, no município de São Luiz Gonzaga, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e outros três localizados nas bordas externas da região, nos municípios de São Borja, Santa Rosa e Ijuí, de responsabilidade da Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias do Rio Grande do Sul (FEPAGRO). Com a obtenção de dados meteorológicos desses quatro postos se possibilitou visualizar a variação tempo-espacial e o regime mensal da precipitação na área de estudo, representada no mapa da Figura 1.

A análise climatológica teve início elegendo-se o arco de tempo de 19 anos, comum para as quatro localidades onde se encontram instalados os postos meteorológicos e que compõem o período de 1992 a 2010. Observa-se que os dados de precipitação fornecidos pelo INMET para São Luiz continham falhas nos primeiros oito meses do ano de 2001. No entanto, pela posição estratégica deste posto meteorológico optou-se por incluí-lo mesmo assim, preenchendo as falhas com os dados das últimas Normais Meteorológicas dos anos de 1961-1990 fornecidas pelo INMET (2009).

A partir dos dados mensais, procedeu-se à organização e ao tratamento dos mesmos, integrando-os numa base de dados para a construção de painéis tempo-espaciais na escala anual, sazonal e mensal, utilizando para o efeito o *software Surfer 8*. Este recurso possibilitou a representação das precipitações dos 19 anos para as quatro localidades na forma de painéis, demonstrando a sua variação no tempo e no espaço em análise. Os intervalos de classe para a representação da precipitação foram calculados pela técnica estatística de Sturges, conforme Gerardi (1981). Outro recurso aplicado para o estudo das precipitações na escala mensal, foi a construção de pluviogramas para as quatro localidades. Os referidos pluviogramas foram baseados em Schröder (1956) e organizados de forma a mostrar a variação percentual da precipitação entre os meses do ano, possibilitando a visualização através de intervalos de classes estabelecidos estatisticamente pela fórmula de Sturges, conforme Gerardi (op. cit.), o que resultou, para o conjunto de dados, em 11 classes com intervalos de 3,2%, que indicaram os meses menos chuvosos até os mais chuvosos dentro do período.

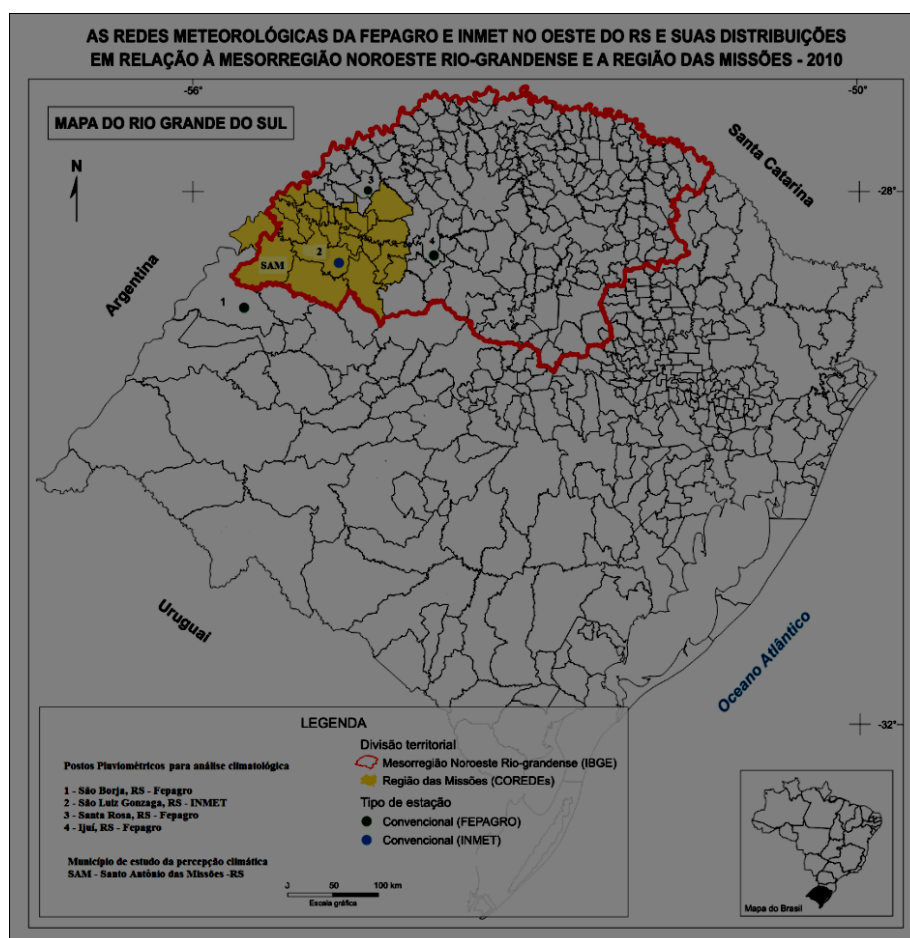


Figura 1 - Mapa de localização da Mesorregião Noroeste de Missões em relação à rede meteorológica da FEPAGRO e INMET. Organização: Ribeiro, 2012.

### 3. Resultados e Discussões

#### 3.1. Distribuição têmporo-espacial da precipitação anual

Tomando-se como parâmetro para a análise o painel têmporo-espacial anual da Figura 2, os intervalos de classes utilizados para representar a variação da precipitação foram submetidos à análise de frequência, e das sete classes sugeridas pela técnica de *Sturges* (Gerardi, op. cit), três delas representam os mais repetidos: os intervalos que variam de 1492.1 a 1743.4 mm, de 1743.5 a 1994.8 mm e de 1994.9 a 2246.2 mm, conforme mostra o Quadro 1, e representados nos três tons de verde.

Seguindo uma visão geral da Figura 2, evidencia-se a variação têmporo-espacial anual da precipitação entre 989,3 e 2748,7 mm, o que demonstra a variabilidade acentuada, assim evidenciando-se períodos de excesso e déficit de chuva. Como é de conhecimento, o estado do Rio Grande do Sul é marcado, quanto à distribuição das chuvas, por volumes elevados e bem distribuídos ao longo do ano, salvo nos períodos de estiagens. Conforme o Quadro 1 e a Figura 2,

os valores que correspondem ao habitual para as Missões, variam de 1492,1 a 2246,3 mm e que são vistos no painel sob os tons de verde.

Quadro 1 - Frequência de distribuição do volume de chuva anual conforme Sturges para definição de classes representativas de menos chuvoso, habitual e mais chuvoso para a área de estudo, entre os anos de 1992 a 2010. Organização: Ribeiro, 2012

Intervalos (mm)	Postos Pluviométricos				FA/ FR	Representação
	P1	P2	P3	P4		
989,3 – 1240,6	2	1	1	1	5 / 6,5%	Seco
1240,7 – 1492	2	1	4	3	10 / 13,1%	Tendente a Seco
1492,1 – 1743,4	9	2	4	4	19 / 25%	Esperado/Habitual
1443,5 – 1994,8	5	5	6	5	21 / 27,6%	Esperado/Habitual
1994,9 – 2246,2	-	6	3	5	14 / 18,4%	Esperado/Habitual
2246,3 – 2497,6	-	2	1	1	4 / 5,3%	Chuvoso
2497,7 - 2749	1	2	-	-	2 / 2,6%	Mais Chuvoso
<b>Anos</b>	19	19	19	19	76 / 100%	
P1 - São Borja; P2 – São Luiz Gonzaga; P3 – Santa Rosa; P4 – Ijuí; FA – Frequência Absoluta FR – Freq. Relativa						

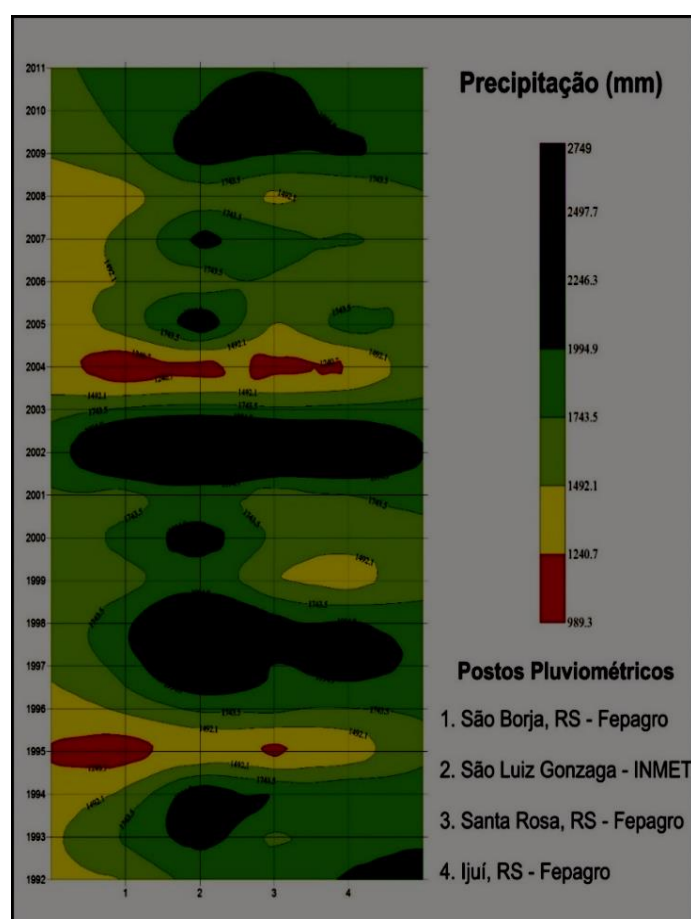


Figura 2 - Painel têmporo-espacial anual das chuvas na região das Missões; Período 1992-2010. Organização: Ribeiro, 2012.

A variação anual da precipitação, observável na Figura 2, indica que os anos que apresentaram volumes de precipitação menores foram 1995 e 2004. O ano de 2004 configurou-se como o mais

seco nas quatro localidades: São Borja, a oeste da região, com 989,3 mm e São Luiz Gonzaga no centro-oeste com 1122,9 mm, configurando-se como os menores valores acumulados para 2004; Santa Rosa, localizada ao norte, e Ijuí, a leste da região, também tiveram valores acumulados baixos. Assim, o nordeste da região, mesmo em anos mais secos, registrou volumes maiores de precipitação do que o setor mais oeste. A partir desta constatação infere-se um padrão de variação menor no sentido leste - oeste em anos menos chuvosos, ou seja, pode-se dizer que as chuvas quanto mais a oeste menores são em volume nos anos mais secos.

Em 1997, 1998 e 2002 com totais máximos acima de 2246,3 mm (Figura 2), foram os três anos mais chuvosos. Com volumes elevados em São Luiz em 1997, 1998 e 2002, seguido por São Borja, a oeste da região. São Luiz Gonzaga situa-se praticamente no centro da área de estudo, o que pode vir a comprovar que o cerne das Missões é passível de sofrer ciclicamente variações extremas de precipitação, com anos secos seguido de anos chuvosos, pois se apresenta tanto como referência para os mínimos acumulados em anos menos chuvosos, como para os máximos em anos chuvosos.

### 3.2. Distribuição têmporo-espacial da precipitação sazonal

Na análise sazonal da distribuição da precipitação, primeiramente observa-se que as estações do ano foram divididas conforme o calendário civil. Os valores que correspondem ao habitual para a região variam entre 228 a 613,8 mm (Quadro 2).

Quadro 2 - Frequência de distribuição do volume de chuva sazonal conforme *Sturges* para definição de classes representativas de menos chuvoso, habitual e mais chuvoso para a área entre os anos de 1992 a 2010. Organização: Ribeiro, 2012

Intervalos (mm)	Postos Pluviométricos				FA/ FR	Representação
	P1	P2	P3	P4		
99,4 – 227,9	14	3	6	3	26 / 8,5%	Seco
228 – 356,5	20	19	24	26	89 / 29,8%	Habitual
356,6 – 485,1	19	19	18	22	78 / 25,6%	Habitual
485,2 – 613,7	15	18	18	13	64 / 21%	Habitual
613,8 – 742,3	5	12	6	7	30 / 9,9%	Chuvoso
742,4 – 870,9	1	-	2	2	5 / 1,6%	Chuvoso
871 – 999,5	2	1	2	2	7 / 2,3%	Chuvoso
999,6 – 1128,1	-	3	-	-	3 / 0,98%	Muito Chuvoso
1128,2 – 1256,7	-	1	-	1	2 / 0,65%	Muito Chuvoso
<b>Estações do Ano</b>	76	76	76	76	304 / 100%	
P1 - São Borja; P2 - São Luiz Gonzaga; P3 - Santa Rosa; P4 - Ijuí; FA - Frequência Absoluta FR - Frequência relativa						

Nesta análise os valores acumulados variaram de 99,4 a 1256,7 mm, ou seja, verifica-se verões chuvosos, assim como secos, invernos chuvosos e mais secos, não se definindo estação seca ou chuvosa como visto na Figura 3. O ano de 2004 foi o menos chuvoso; observa-se que do verão à



primavera os índices de chuva foram mínimos nas quatro localidades. São Luiz registrou o mínimo de chuva no verão de 2004. Não se pode afirmar que determinada estação do ano seja a mais suscetível a ocorrerem estiagens, pois se verificou os menores valores de chuva tanto no verão como no inverno e outono.

Neste raciocínio foram analisados os períodos chuvosos dos anos de 1997 e 1998, sendo da primavera de 1997 para o verão de 1998 o período em que ocorreram os valores mais elevados de chuva em São Luiz. Com isso mostra-se que os máximos de precipitação ocorreram na primavera e verão, e os mínimos ou valores abaixo do habitual ocorreram de forma variável ao longo do ano. Desta forma, a primavera apareceu como o período em que os extremos máximos foram significativos.

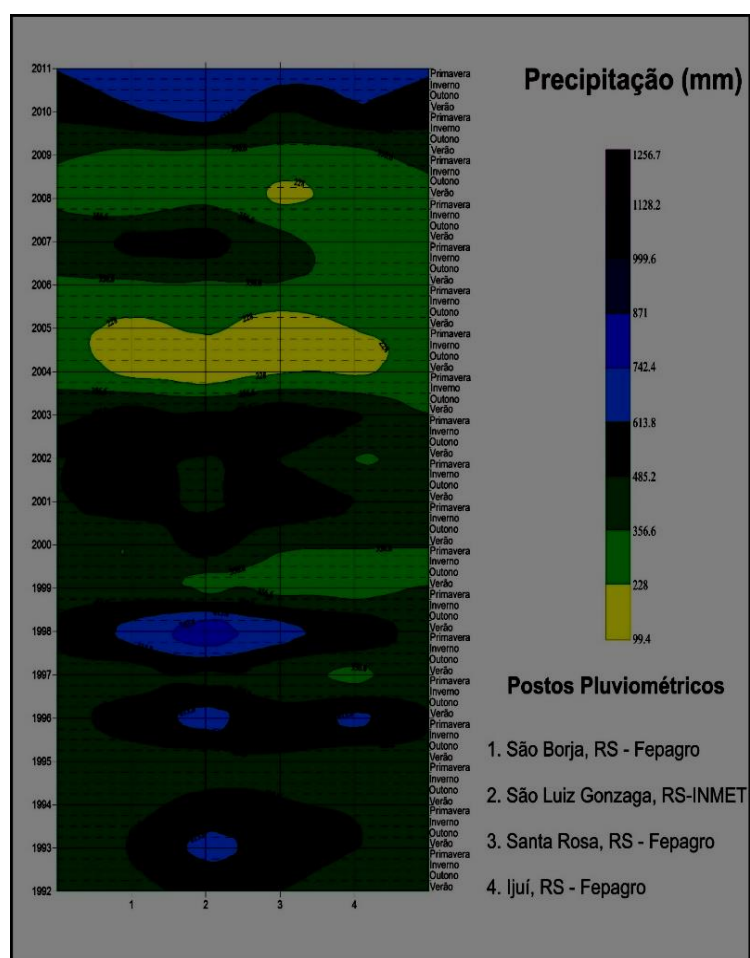


Figura 3 - Painel têmporo-espacial sazonal da precipitação na região Missões Período 1992-2010. Organização: Ribeiro, 2012.

Independente da época do ano, nos anos menos chuvosos o setor oeste da região foi aquele que registrou acumulados inferiores, comprovando a tendência de que, quando se configura um período menos chuvoso, quanto mais a oeste menores são os índices de precipitação, como é exemplo o verão de 2004. Nos períodos mais chuvosos a área central (São Luiz Gonzaga) apresenta geralmente os acumulados mais elevados, como seja do inverno de 1992 ao outono de

1993, da primavera de 1995 ao verão de 1996, do inverno de 1997 ao verão de 1998 e primavera de 2009 ao verão de 2010.

### 3.3. Distribuição têmporo-espacial da precipitação mensal

A análise da variação da precipitação é complementada pela análise mensal. Verificou-se meses em determinados anos com valores acumulados baixos, (inferiores a 62,6 mm), e alguns extremos pontuais que ultrapassaram 313 mm. A partir da análise de frequência e dos intervalos de classes definidos segundo *Sturges* (Quadro 3), o volume normal mensal nas Missões ficou entre 62,6 e 250,4 mm.

Quadro 3 - Frequência de distribuição do volume de chuva mensal conforme *Sturges* para definição de classes representativas de menos chuvoso, habitual e mais chuvoso para a área de estudo entre os anos de 1992 a 2010. Organização: Ribeiro, 2012

Postos Pluviométricos						
Intervalos (mm)	P1	P2	P3	P4	FA/ FR	Representação
0 – 62,6	49	29	39	30	147 / 16,1%	Seco
62,7 – 125,3	70	65	69	75	279 / 30,5%	Habitual
125,4 – 188	53	59	58	56	226 / 24,8%	Habitual
188,1 – 250,7	29	41	32	42	144 / 15,8%	Habitual
250,8 – 313,4	17	19	22	14	72 / 7,9%	Chuvoso
313,5 – 376,1	4	11	4	2	21 / 2,3%	Chuvoso
376,2 – 438,8	-	5	2	5	12 / 1,3%	Chuvoso
438,9 – 501,5	3	1	1	1	6 / 0,65%	Muito Chuvoso
501,6 – 564,2	2	1	-	1	4 / 0,43%	Muito Chuvoso
564,3 – 626,9	-	-	1	-	1 / 0,10%	Muito Chuvoso
627 – 689,6	-	2	-	1	3 / 0,32%	Muito Chuvoso
<b>Meses</b>	228	228	228	228	912 / 100%	
P1 - São Borja; P2 - São Luiz Gonzaga; P3 - Santa Rosa; P4 - Ijuí; FA - Frequência Absoluta FR - Frequência relativa						

Os anos que apresentaram o maior número de meses com precipitação inferior a 62,6 mm foram 1992, 1998, 1999, 2000, 2004 e 2008 (Figura 4). Nestes seis anos, ao menos um mês esteve com precipitação abaixo do esperado, Ijuí foi a que menos registrou os índices inferiores. As demais localidades situadas a oeste de Ijuí, ao menos em um ano registraram mais de um mês com acumulado abaixo do habitual. Este resultado revela que no leste das Missões os valores de precipitação anuais, sazonais e mensais são maiores que os das localidades situadas ao centro, a norte e a oeste da região. No período considerado, os meses que registraram valores acima do habitual foram pouco frequentes. Os anos de 1996, 2009 e 2010 foram os únicos que tiveram, no mínimo, um mês que ultrapassou 250 mm. Na Figura 4 constata-se que, em 2009 e 2010, São Borja e São Luiz registraram os maiores volumes, confirmando o fato de a área central da região, São Luiz, bem como o oeste, São Borja, serem onde ocorrem os extremos mais significativos, tanto nos anos chuvosos, como nos anos menos chuvosos.

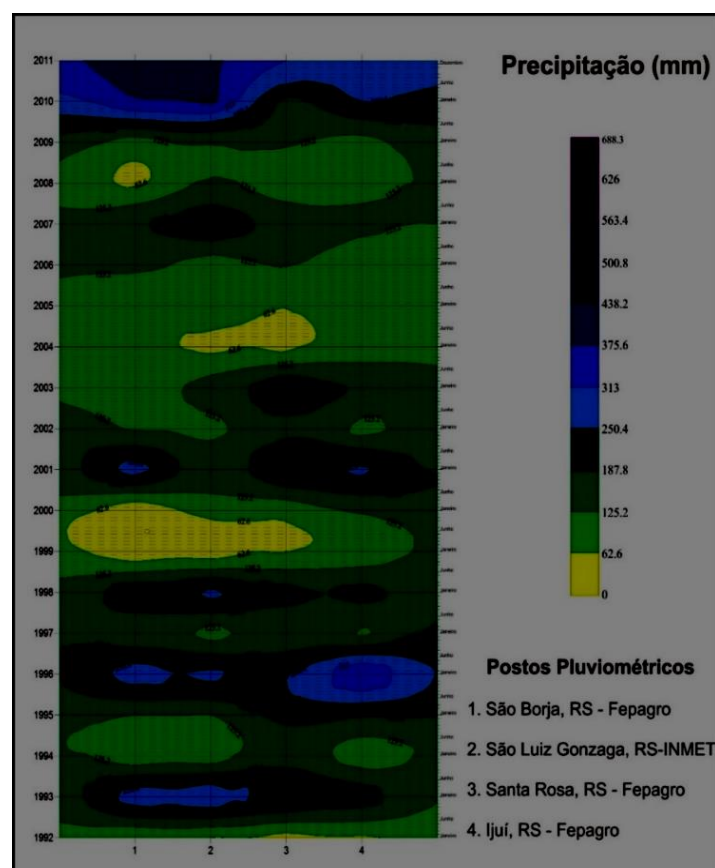


Figura 4: Pannel têmporo-espacial mensal das chuvas na região das Missões Período 1992-2010. Organização: Ribeiro, 2012.

### 3.4. Regime das precipitações na área de estudo

Na análise sazonal da distribuição das precipitações constatou-se ser o período de maior precipitação no Estado aquele que vai de meados do outono a meados de primavera, pelo fato de ser esta a época de maior atividade frontal, pela intensificação das massas polares e tropicais no sul do País. Neste intuito, foi feita a análise mensal das precipitações para o período, com base nos pluviogramas de Sch der (1956), os quais compõem as Figuras 5 a 8. Assim, buscou-se comprovar serem estes ou outros os meses em que se concentra o maior ou menor volume de precipitação para a região, bem como constatar quais os meses que tem maior participação nos volumes máximos e mínimos de precipitação.

A Figura 5, correspondente ao pluviograma de São Borja, mostra na análise dos painéis têmporo-espaciais que 1995 e 2004 foram de fato os anos menos chuvosos, assim como 1998, 2000, 2002 e 2010 foram os mais chuvosos, com máximo acumulado, em 2002, de 2555,4 mm. A Figura 6, relativa ao pluviograma de São Luiz, t b m expressa 1995 e 2004 como os anos menos chuvosos. Para São Borja e São Luiz (Figura 5 e 6) as frequências de distribuição das precipitações ao longo dos meses revelaram que 3,2 a 12,7 % são os índices percentuais que compreendem os intervalos de classe em que se enquadra a precipitação esperada para cada mês,

ou seja, que está compreendido entre o marrom escuro, passando pelo marrom até o amarelo-escuro.

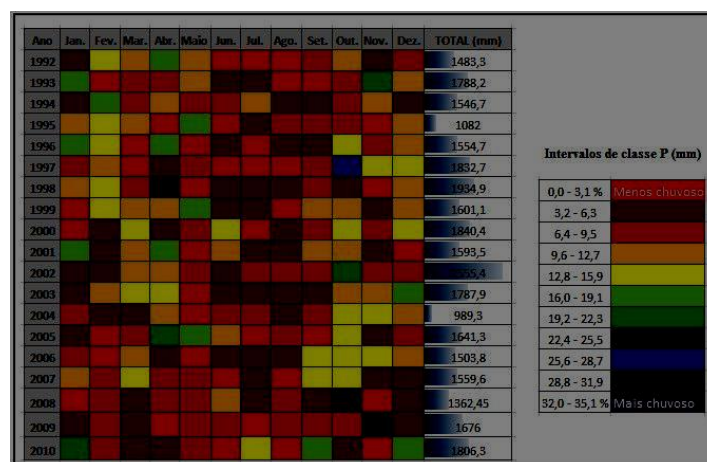


Figura 5: Pluviograma (1) São Borja, RS, conforme Schröder (1956) – Período 1992-2010. Fonte: BDMET/INMET e FEPAGRO. Organização: Ribeiro, 2012.



Figura 6: Pluviograma (2) São Luiz Gonzaga, RS conforme Schröder (1956) – Período 1992-2010. Fonte: BDMET/INMET e FEPAGRO. Organização: Ribeiro, 2012.

Ao se comparar os pluviogramas 1 e 2 percebe-se que em São Borja há maior frequência de meses com participação abaixo do esperado, ou seja, com participação que varia de 0,0 a 3,1%, em vermelho, em relação a São Luiz, ou seja, os meses menos chuvosos são mais presentes em São Borja do que em São Luiz, o que significa que em períodos pouco chuvosos quanto mais a oeste da área de estudo, maior a suscetibilidade à estiagens, pois São Borja, por exemplo, no ano de 2004 obteve o índice de precipitação anual mais baixo entre as demais localidades, que foi de 989,3 mm.

Conforme o pluviograma da Figura 5, de São Borja, o único mês que não figurou em nenhum ano com índice mínimo de participação foi outubro, mês que corresponde à primavera período que mais chove na região conforme as análises sazonais e mensais. Os índices máximos de participação das chuvas também se concentraram em São Borja nos meses de outubro de 1997 e 2008 e em novembro de 2009. Com isso atribui-se ser esta a localidade que representou a variação

extrema da precipitação mais significativa, pois outubro de 2008 e novembro de 2009 foram os únicos meses enquadrados na classe mais chuvosa. No pluviograma da Figura 6, de São Luiz, dois meses não apresentaram em nenhum ano o índice mínimo de participação, setembro e outubro, ou seja, ao longo dos 19 anos foram os menos suscetíveis às estiagens. Os índices máximos de participação das chuvas também se concentraram, em São Luiz, nos meses de outubro e novembro nos anos de 2008 e 2009, respectivamente.

A distribuição da precipitação entre os meses do ano, assim como para as estações do ano, são variáveis. Ao se observar os pluviogramas não há condição de se separar meses chuvosos ou menos chuvosos. Isso se deve à característica das chuvas no Estado serem “bem distribuídas” o ano todo, ou seja, os períodos de estiagens e extremos de chuva dificilmente se concentram em meses ou estações do ano pré-fixadas. Por este fato, ao se analisar os pluviogramas não se consegue estabelecer um padrão da participação dos meses na precipitação anual, percebendo-se padrão difuso e variado ao longo dos anos.

A Figura 7, pluviograma de Santa Rosa, mostra que os anos de 1995 e 2004 se confirmam entre os menos chuvosos com mínimo de chuva de 1141,8 mm, em 2004; da mesma forma 1998, 2002, 2009 e 2010 destacaram-se como os mais chuvosos, exemplo de 2002 com 2460,2 mm. Já na Figura 8, de Ijuí apresenta os anos de 1995 e 2004 como menos chuvosos, alcançando apenas 1163,3 mm em 2004. Para Santa Rosa e Ijuí (Figuras 7 e 8), as frequências de distribuição das chuvas revelaram que de 3,2 a 15,9 % são os índices percentuais representativo do habitual conforme visto nas Figuras. Ao se comparar os pluviogramas das Figuras 7 e 8 percebe-se que em Santa Rosa há maior frequência de meses com participação abaixo do esperado (0,0% a 3,1%), sinalizado pela cor vermelha, em relação a Ijuí, onde a frequência de participação é menor quando se compara os índices abaixo do habitual.

Os meses menos chuvosos são mais frequentes em Santa Rosa do que em Ijuí, o que significa que em períodos pouco chuvosos quanto mais a oeste da região, maior é a falta de chuva, ou seja, é maior a suscetibilidade a estiagens. Além disso, comparando Santa Rosa e Ijuí com São Luiz e São Borja, a frequência de meses com precipitação anual abaixo do normal é maior de leste para oeste, ou seja, 22 em Ijuí, 25 em Santa Rosa, 26 em São Luiz Gonzaga e 40 em São Borja, o que significa maior frequência de meses com participação abaixo do habitual em São Luiz Gonzaga (centro da região) e São Borja (a oeste).

A partir do pluviograma da Figura 7, de Santa Rosa, os meses que não figuraram em nenhum ano com índice mínimo de participação foram setembro e outubro, que correspondem ao final do inverno e início da primavera, período já definido como o que mais chove. Os índices máximos de participação das chuvas se concentraram, em Santa Rosa, no mês de outubro de 2008 e em novembro de 2009.

No pluviograma da Figura 8, de Ijuí, dois meses não apresentaram em nenhum ano índice mínimo de participação (setembro e outubro), ou seja, foram os menos suscetíveis às estiagens. Os índices

máximos das chuvas se concentraram, em Ijuí, em maio e outubro de 1992 e 2008, respectivamente.

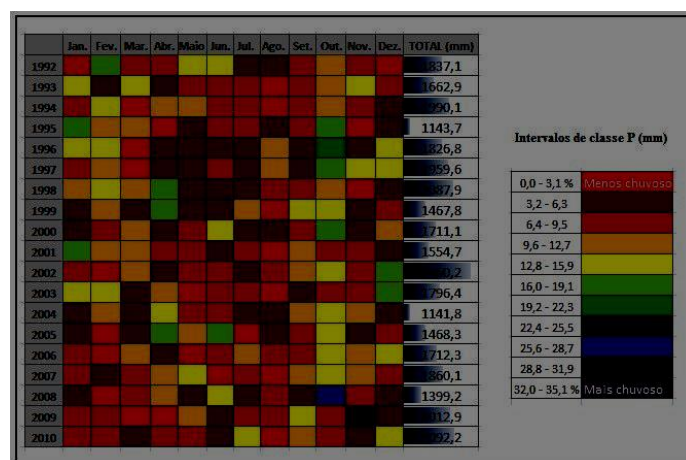


Figura 7: Pluviograma (3) Santa Rosa, RS conforme Schröder (1956) – Período 1992-2010. Fonte: BDMET/INMET e FEPAGRO. Organização: Ribeiro, 2012.

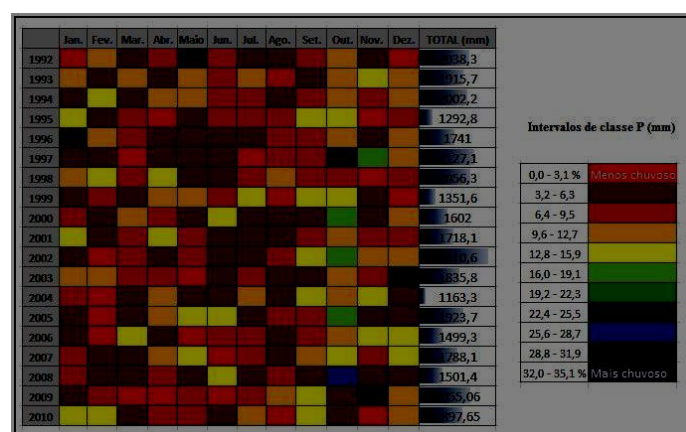


Figura 8: Pluviograma (4) Ijuí, RS conforme Schröder (1956) – Período 1992-2010. Fonte: BDMET/INMET e FEPAGRO. Organização: Ribeiro, 2012.

#### 4. Conclusões

Constatou-se com a análise da precipitação, que a região das Missões apresenta variação de extremos, tanto se destacando nos anos secos, como nos chuvosos perante o entorno, constituindo-se como uma área atingida por variações extremas no regime e distribuição espacial da precipitação. De facto, independente da época do ano, nos anos menos chuvosos, o setor oeste da região foi aquele que registrou valores acumulados menores, comprovando a tendência de que, quando se configura um período de estiagem, quanto mais a oeste maiores são as ocorrências de estiagens e o exemplo disso é o do verão de 2004. Já nos períodos chuvosos, a área central da região, São Luiz Gonzaga, apresenta os maiores volumes, a exemplo do inverno de 1997 ao verão de 1998 e primavera de 2009 ao verão de 2010. São Luiz situa-se no centro das Missões, e ao se observar os valores extremos de chuva registrados para esta localidade, comprova-se que o cerne

da região das Missões sofre ciclicamente variações extremas de precipitação, havendo anos com estiagens, e anos com excesso de precipitação. Assim, se apresenta tanto como referência para os mínimos acumulados em anos menos chuvosos, quanto como referência dos totais anuais máximos em anos chuvosos.

Os máximos de precipitação nos 19 anos de estudo ocorreram na primavera e verão, e os valores abaixo do habitual se concentraram de forma variável ao longo de cada ano. Foi no verão que se teve a concentração das chuvas e estiagens, mas não se pode estabelecer que o verão é mais seco ou mais chuvoso. A primavera apareceu como o período em que os extremos máximos foram bastante significativos. Desta forma, observa-se que um ano chuvoso não é necessariamente marcado por precipitações extremas, e anos considerados não chuvosos podem ter períodos de excessos de precipitação. Por isso, é necessário uma análise em diferentes escalas de observação partindo-se de dados anuais, passando pelos sazonais e mensais, até culminar em uma observação diária, a qual foi foco do prosseguimento deste estudo através da seleção de episódios chuvosos e de estiagens, os quais foram analisados a partir da análise rítmica de Monteiro (1971), e que compõe dissertação de Mestrado defendida por Ribeiro (2012).

## 5. Referências Bibliográficas

- Britto, F. P. Barleta, R. Mendonça, M. (2006) Regionalização sazonal e mensal da precipitação pluvial máxima no estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Climatologia. Associação Brasileira de Climatologia. Ano 2. 35 - 51
- FEPAGRO (2011) Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. Dados Meteorológicos de Precipitação (mm) Estações de São Borja, Santa Rosa e Ijuí 1992 – 2010. Porto Alegre.
- Gerardi L. H. de O.; Silva, B. C. (1981). Quantificação em geografia. São Paulo: DIFEL.
- INMET (2011) Dados Mensais de Precipitação (mm) Estação Meteorológica São Luiz Gonzaga 1992 - 2010. Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília, DF.
- Monteiro, C. A. F. (1971). Análise Rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo, Instituto de Geografia da USP, n. 21. Série Climatologia, 1.
- Ribeiro, A. de A. (2012). Eventos Pluviais Extremos e Estiagens na Região das Missões, RS: a Percepção dos Moradores do Município de Santo Antônio das Missões. Dissertação Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Organização do Espaço. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- Schröder, R. (1956). Distribuição e curso anual das precipitações no estado de São Paulo. Bragantina: Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. n. 18, v.5, Campinas.
- Sorre, M. (1951). Les Fondaments de La Géographie Humaine. Tome: 1 Les Fondaments biologiques. Essai d'une écologie de l'homme. Paris: Librairie Armand Colin.
- Zavattini, J. A. (2004) Estudos do Clima no Brasil. Campinas: Alínea.

## Agradecimentos

À FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Bolsa de Mestrado 2010 – 2012. Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Bolsa Doutorado 2015 – 2019. À Professora Dra. Maria da Graça Barros Sartori - *in Memoriam*;



## ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR DÉCADA (1981-2010) EXTREMO OESTE DA BAHIA – BRASIL<sup>1</sup>.

L. M. Góes<sup>(a)</sup>, E. de O. Fontes<sup>(b)</sup>, A. P. Filho<sup>(c)</sup>, A. A. Menezes<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup>Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
goes.liliane@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz – Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais  
ednice@uesc.br

<sup>(c)</sup>Universidade Estadual de Campinas – Instituto de Geociências  
archi@ige.unicamp.br

<sup>(d)</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz – Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais – DCAA  
agna@uesc.br

### Resumo

A perspectiva sistêmica visa entender, em específico, a estruturação, a dinâmica e o funcionamento da organização espacial em sua totalidade, enquanto método integrador complexo é sensível a perturbações ocasionadas por *inputs* inovadores fornecidos ao sistema por meio de fluxos de matéria, energia e informação. O presente artigo visou analisar as mudanças climáticas do sistema imaterial clima do Extremo Oeste da Bahia para o recorte temporal de 1980 à 2010. Neste sentido, utilizou-se de parâmetros quantitativos disponibilizados por institutos de pesquisa federal e o processamento dos dados pluviométricos ocorreram por meio do *software* ArcGIS 10.0. Os resultados indicaram modificações no padrão espacial das chuvas e constatou-se que o decênio recente (2001-2010) apresenta-se mais seco. Conclui-se, que estas mudanças climáticas identificadas em escala geográfica local sofrem influência de eventos de escala geográfica global e que podem repercutir no calendário agrícola (soja e algodão) da região que é iniciada a partir do mês de novembro a fevereiro.

**Palavras-chave:** Sistema de Informação Geográfica; Mudança Climática; Geossistema.

### 1. Introdução

De fato é complexo entender a interação sociedade – natureza e a respectiva produção de novas organizações espaciais. Desta forma, buscou-se um “princípio organizador do conhecimento que articularia o que está separado e tornaria mais complexo o simplificado” (MORIN, 2003, p.33). Neste sentido, a presente análise foi mediada pelo método integrador que fundamenta-se na teoria geral dos sistemas proposto por Bertalanffy (1973) e sua aplicação para fins de análise geográfica ocorreu por meio dos ensaios de Sotchave (1977). Salienta-se que as contribuições de Morin (2003) acerca da teoria da complexidade também são relevantes, pois é pontuado o

---

<sup>1</sup>Resultados do Projeto de Pesquisa Intitulado “MODELAGEM GEOSSISTÊMICA APLICADA AOS COMPLEXOS AGROINDUSTRIAIS DE SOJICULTURA E COTONICULTURANO TERRITÓRIO DO OESTE DA BAHIA”. Apoio financeiro concedido pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia.



macroconceito trinitário sistema-interrelação-organização. Portanto, o entendimento da interação sociedade-natureza somente é possível sob a perspectiva da análise geográfica, mais especificamente por meio do conceito de organização espacial estabelecido por Christofolletti (1971; 1978; 1979; 1983; 1990; 1995; 1999) e Perez Filho (2006; 2008), que buscam compreender as interrelações dos sistemas físico e antrópico.

A organização espacial enquanto categoria de análise da Geografia é entendida como um sistema aberto, altamente complexo e resiliente, de maneira que os elementos (subsistemas ou partes componente) que o compõem interagem expressando ordem e entrosamento, e seu funcionamento ocorre de forma integrada. A dinâmica e as transformações espaciais do sistema são materializadas na paisagem ao longo do tempo, no caso do Geossistema também designado de sistemas ambientais físicos refere-se à escala do tempo geológico e o sistema antrópico a escala do tempo histórico/humano. Portanto, a organização espacial é resultado da interrelação entre o Geossistema e o sistema antrópico, mais especificamente sociais, e a conexão/interação/relação entre os sistemas permite o entendimento da totalidade.

O Geossistema é estruturado pelos subsistemas vegetação, relevo, solos, geologia e clima, o último subsistema é imaterial, entretanto é perceptível na paisagem. O subsistema clima se enquadra enquanto sistema controlante da dinâmica agrária uma vez que os *inputs* de matéria e energia são instáveis, logo os processos meteorológicos deflagrados repercutem na estrutura, na dinâmica evolutiva e no funcionamento interativo do sistema antrópico e dos sistemas físicos materiais. Neste sentido, as mudanças dos padrões da precipitação pluviométrica repercutem no subsistema subsequente agricultura (subsistema componente do sistema antrópico), no caso em questão na área que é destinada ao plantio das *commodities* soja e algodão.

Ressalta-se que os termos anomalia climática e mudança climática são distintos, portanto o primeiro termo está relacionado à ocorrência de flutuações que compreendem uma escala temporal de um mês, ou no máximo, alguns meses. Entretanto, o termo mudança climática abrange uma dinâmica evolutiva de mais de dez anos e esta relacionada à escala do tempo geológico (SUGGIO, 2008), no decorrer da discussão será utilizado o termo mudança climática. Neste sentido, o presente artigo visou analisar as mudanças climáticas do sistema imaterial clima do Extremo Oeste da Bahia para o recorte temporal de 1980 a 2010.

## **2. Materiais e método**

### **2.1. Localização da Área de Estudo**

De acordo com a divisão realizada pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI, a mesorregião do Extremo Oeste Baiano está localizada entre as coordenadas geográficas de 10°30'00" a 15°00'00" de latitude Sul e de 44°00'24" a 46°30'00" de longitude

Oeste, com uma área de aproximadamente 188.434,94 km<sup>2</sup>, representando 33,37% do total do território estadual (SEI, 2008).

A mesorregião compreende 24 municípios: Angical, Baianópolis, Barreiras, Brejolândia, Canápolis, Catolândia, Cocos, Coribe, Correntina, Cotegipe, Cristópolis, Formosa do Rio Preto, Jaborandi, Luís Eduardo Magalhães, Mansidão, Riachão das Neves, Santa Maria da Vitória, Santa Rita de Cássia, Santana, São Desidério, São Félix do Coribe, Serra Dourada, Tabocas do Brejo Velho, Wanderley. Entretanto, em virtude da dimensão territorial foram selecionados quatro municípios do agronegócio da soja e do algodão para análise da organização espacial, a saber: Barreiras, Correntina, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério (Figura 1).

O segundo aspecto trata-se da continuidade dos municípios, assim como da presença de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET na área de estudo. Salienta-se que o município de São Desidério não dispõe de estação meteorológica do INMET, porém está localizado entre Barreiras e Luís Eduardo Magalhães (sentido Norte) e Correntina (sentido Sul).

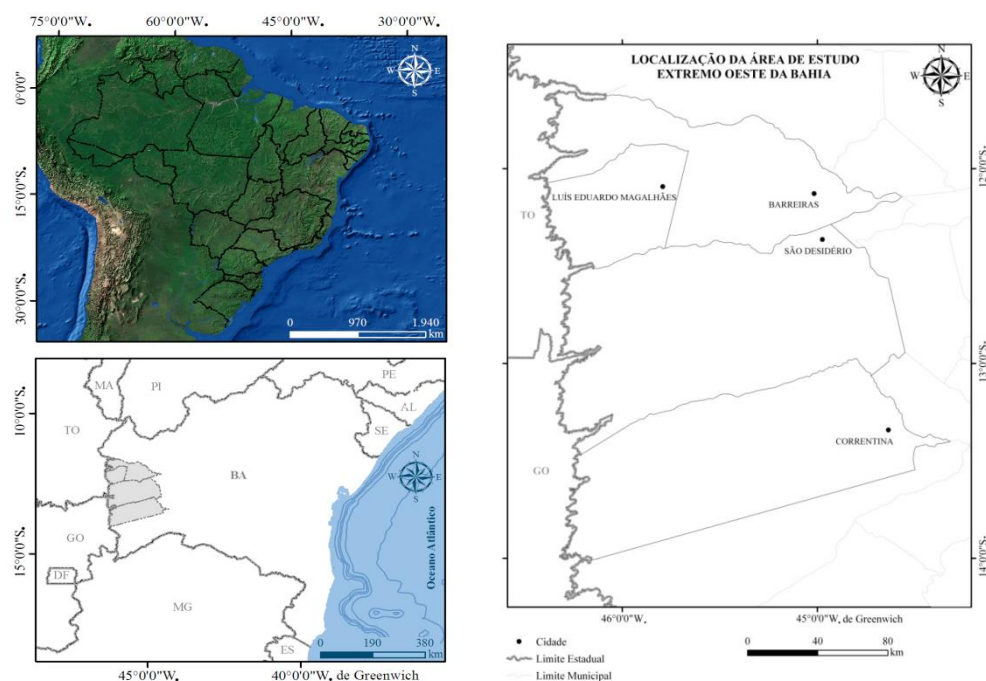


Figura 1: Representação gráfica em mapa da localização da área de estudo.

Fonte: GÓES, Liliane Matos (2011).

## 2.2. Procedimentos Metodológicos

A metodologia aplicada para a obtenção dos dados pertinentes à pesquisa foi à técnica de documentação indireta. Etapa relevante na construção de um banco de dados georreferenciado no *software* ArcGIS 10.0 necessário para elaboração de representação gráfica em mapa do sistema imaterial clima. *Apriori* realizou-se coleta de dados secundários e organização dos procedimentos metodológicos, *a posteriori* tratamento dos parâmetros quantitativos a fim de entender as novas organizações espaciais, especificamente a mudança climática decenal.

A elaboração dos mapas de precipitação e de mudança climática ocorreu a partir de dados pontuais coletados junto ao INMET e à Agência Nacional de Águas – ANA na seção HidroWeb Sistema de Informações Hidrológicas, para o recorte temporal de 1981 à 2010. O método de interpolação espacial para mapeamento da precipitação pluviométrica utilizado foi o inverso do quadrado da distância (VIOLA, M. R. *et al.*, 2010; BARBOSA, J. P. M, 2007; VICENTE, A.K., 2004) executado por meio da extensão *3D analyst* do *software* ArcGIS 10.0. As informações das estações pluviométricas abarcaram os municípios da área de estudo e municípios limítrofes a fim de obter resultados acurados (Figura 2).

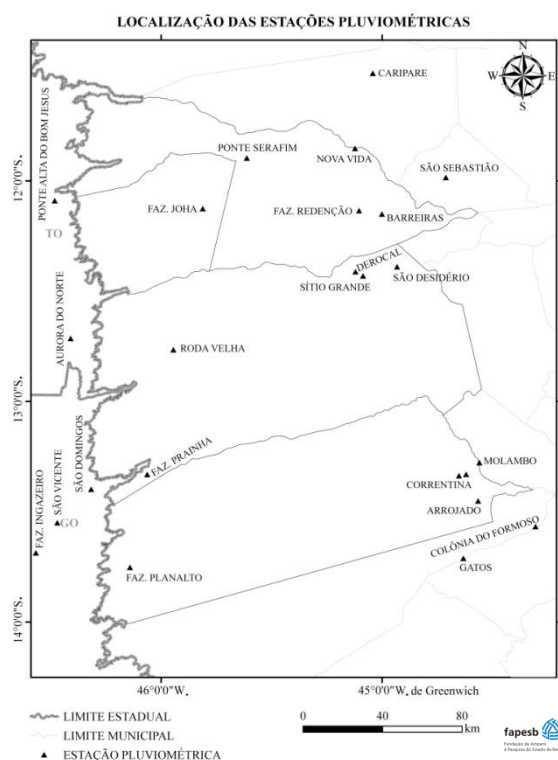


Figura 2: Representação gráfica em mapa da localização da área de estudo.  
Fonte: GÓES, Liliane Matos (2012).

Para avaliar a ocorrência de mudanças da precipitação pluviométrica local, o procedimento utilizado para analisar as variações decenais foi por meio do cálculo do índice de mudança (BARBOSA, J. P. M, 2007; VICENTE, A.K., 2004):

$$\text{ÍM} = - (V_{PA} - V_{PP}) / V_{PA} * 100$$

Onde: ÍM = índice de mudança,  $V_{PA}$  = valor do período anterior,  $V_{PP}$  = valor do período posterior.

### 3. Resultados e discussão

O cálculo do Índice de Mudança (ÍM) da precipitação pluviométrica por década permitiu avaliar o percentual das variações espaciais. Assim, foi comparado o recorte temporal mais recente que compreende 2001-2010 (período I), com o período II (1991-2000) e o período III (1981-1990), com o objetivo de identificar as modificações no padrão espacial das chuvas do período I.

Ao comparar o período I e III verificou-se que as variações positivas se concentraram no município de Barreiras, mais especificamente nas proximidades da cidade, conforme informações da estação pluviométrica da Fazenda Redenção. Observou-se aumento no decênio da precipitação pluviométrica de 1.548,51 mm, esta mudança positiva foi superior a média histórica anual que é de 929,45 mm. Portanto, para esta área o período I apresentou-se mais chuvoso que o período III e de acordo com o cálculo do ÍM foi pontuado percentual positivo que variou de 0 a 18,69%, esta classe corresponde a uma área de 1.173,85 km<sup>2</sup>, entretanto não contempla a área destinada ao plantio das *commodities* da soja e do algodão.

Os pluviogramas retratam as médias decenais do período I e III (Figura 3 e 4), desta forma foi constatado que os meses de janeiro à maio houve mudança positiva, destaque para os meses de fevereiro e maio pois apresentaram ÍM mensal acima de 100%.

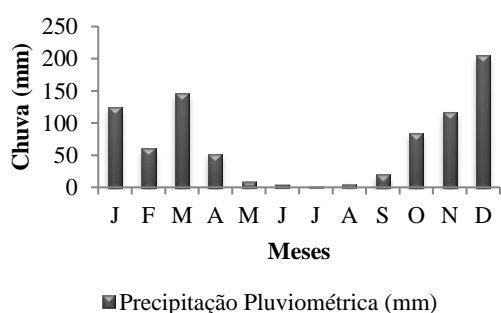


Figura 3: Pluviograma da série decenal (1981-1990) da estação pluviométrica Fazenda Redenção.

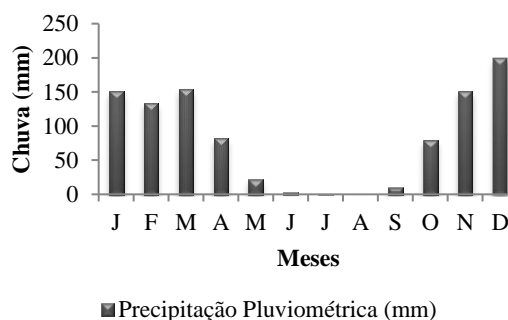


Figura 4: Pluviograma da série decenal (2001-2010) da estação pluviométrica Fazenda Redenção.

Fonte: Elaborado a partir do banco de dados do ANA/CPRM – HidroWeb Sistema de Informações Hidrológicas.

Outras duas áreas foram identificadas com  $\dot{I}M$  positivo e se enquadram na classe de 1 a 4% de mudança das chuvas, estão localizadas nas extremidades do município de Barreiras e de Correntina (sentido leste), a mudança abrange uma área de 210,23 km<sup>2</sup>. Salienta-se que a área de ocorrência de  $\dot{I}M$  positivo também não abrange o território da soja e do algodão.

O  $\dot{I}M$  negativo é predominante, sendo que a classe de 0 a 4% representa 3.358,47 km<sup>2</sup>. A estação meteorológica de Barreiras computou  $\dot{I}M$  de 3,27% e representa redução de 335,3 mm de chuva acumulada no decênio. A estação pluviométrica Fazenda Coqueiro registrou 2,89%, ou seja, oscilação de 320,44 mm em relação à média decenal. Ambas as estações tiveram uma variação mensal semelhante, o  $\dot{I}M$  mensal de janeiro a junho foi positivo, enquanto os meses de julho a dezembro foram negativos.

A estação Arrojado apresentou  $\dot{I}M$  anual de 0,65%, entretanto, teve forte variação no  $\dot{I}M$  mensal, em específico, de fevereiro, abril e maio apresentando-o como positivo, destaque para o mês de fevereiro que apresentou  $\dot{I}M$  mensal de 68%. O mês de dezembro apresentou  $\dot{I}M$  mensal negativo, uma vez que houve variação de 88,89 mm, isto é,  $\dot{I}M$  de 33,54%.

A classe que varia de -5% a -9% correspondeu a uma área de 22.953,76 km<sup>2</sup>, ou seja, abrange 54,46% do território. A estação pluviométrica Ponte Serafim registrou  $\dot{I}M$  negativo de 9,18%, representando redução de precipitação decenal de 1.098,97 mm. Os meses que mais apresentaram modificações foram janeiro, outubro, novembro e dezembro, o último mês apresentou  $\dot{I}M$  negativo de 34,04%. Em fevereiro e maio o  $\dot{I}M$  foi positivo com taxas de 22,91% e 219,52%, respectivamente.

O  $\dot{I}M$  que varia entre -10 a -14% corresponde a uma área de 13.394,36 km<sup>2</sup>, isto é, 31,78% do território, contemplam principalmente os municípios de São Desidério e Correntina. A estação Sítio Grande ilustra a dinâmica decenal do período I e III onde foi possível verificar diminuição de 1.264,43 mm, sendo o  $\dot{I}M$  de janeiro mais representativo com 27,42% de modificação.

A classe de -15 a -20% teve menor cobertura de área com 1.049,68 km<sup>2</sup>, esta ocorrência foi pontual, ou seja, nas proximidades das estações pluviométricas de Nova Vida e Derocal onde os dados permitiram identificar  $\dot{I}M$  negativo de 16,41% e 20,16%, respectivamente. As informações das Figuras 5 e 6, permitem observar que apenas o mês de maio apresentou aumento da precipitação, enquanto, os demais meses sofreram redução dos índices pluviométricos.

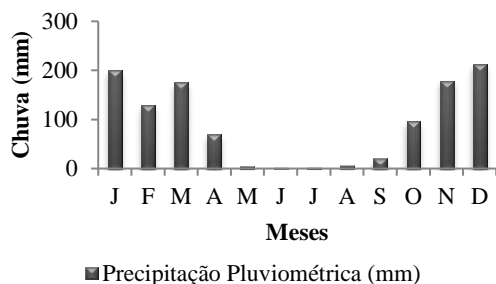


Figura 5: Pluviograma da série decenal (1981-1990) da estação pluviométrica Derocal.

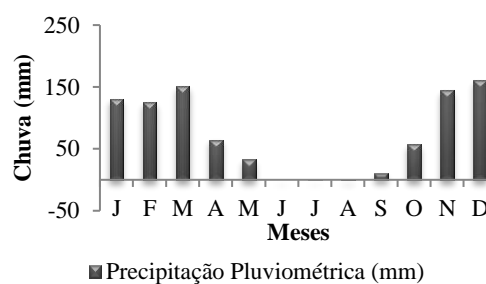


Figura 6: Pluviograma da série decenal (2001-2010) da estação pluviométrica Derocal.

Fonte: Elaborado a partir do banco de dados do ANA/CPRM – HidroWeb Sistema de Informações Hidrológicas.

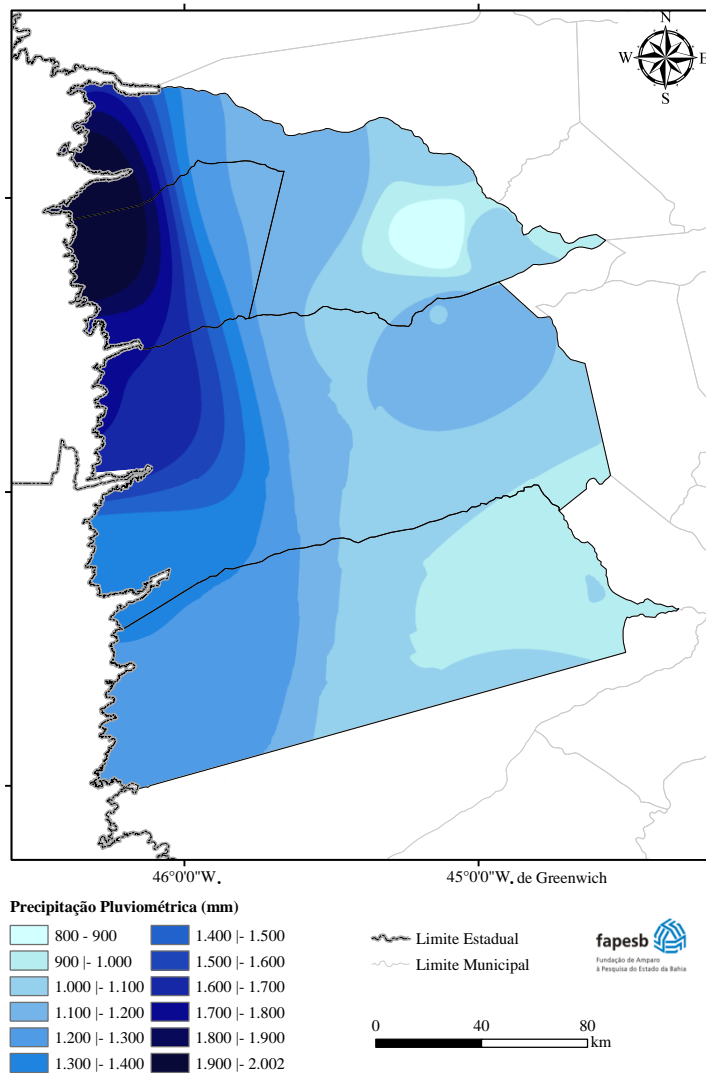
As Figuras 7 e 8, retratam a série pluviométrica decenal e ao relacioná-las observaram-se variações no período I como a ausência da faixa de precipitação de 1.900 a 2.000 mm, outro aspecto refere-se a faixa de precipitação de 900 a 1.000 mm que atualmente abrange ampla área do território dos municípios de Barreiras, Correntina e São Desidério e anteriormente correspondia a 1.000 a 1.100 mm. Verificou-se, que o município de Luís Eduardo Magalhães é o mais úmido em relação aos demais municípios do agronegócio. Por fim, pontua-se que o período I apresenta-se mais seco do que o período III (Figura 9).

Em relação ao período I e II verificou-se a presença de seis classes de mudança da precipitação com variação entre 5 a -22,43%. Constatou-se predomínio do ÍM negativo, caracterizando o decênio recente como mais seco, fato comprovado após comparação com o período II, entretanto, também apresentou áreas cuja precipitação foi positiva.

Na classe que registrou variação entre 0 a 5% as modificações ocorreram numa área de 2.418,04 km<sup>2</sup> correspondendo de forma significativa à faixa sob influência da estação meteorológica de Correntina, os parâmetros indicaram ÍM de 2,53%. No que se refere às oscilações mensais, o mês de novembro destaca-se com ÍM negativo de -20,87%, isto representa redução de 38,6 mm. Já os meses de outubro, dezembro, março, abril e maio destacam-se pelo incremento da precipitação.

A estação pluviométrica Fazenda Redenção apresentou ÍM quase nulo. No que se refere a mudanças mensais, o mês de novembro se sobressaiu no pluviograma com ÍM de -27,81%. A área que está localizada a leste de Barreiras apresentou maior ÍM e encontra-se sob influência da estação pluviométrica de Angical, nesta área se encontra variações entre 1 a 5%.

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA  
MÉDIA HISTÓRICA DECENAL 1981-1990**



**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA  
MÉDIA HISTÓRICA DECENAL 1991-2010**

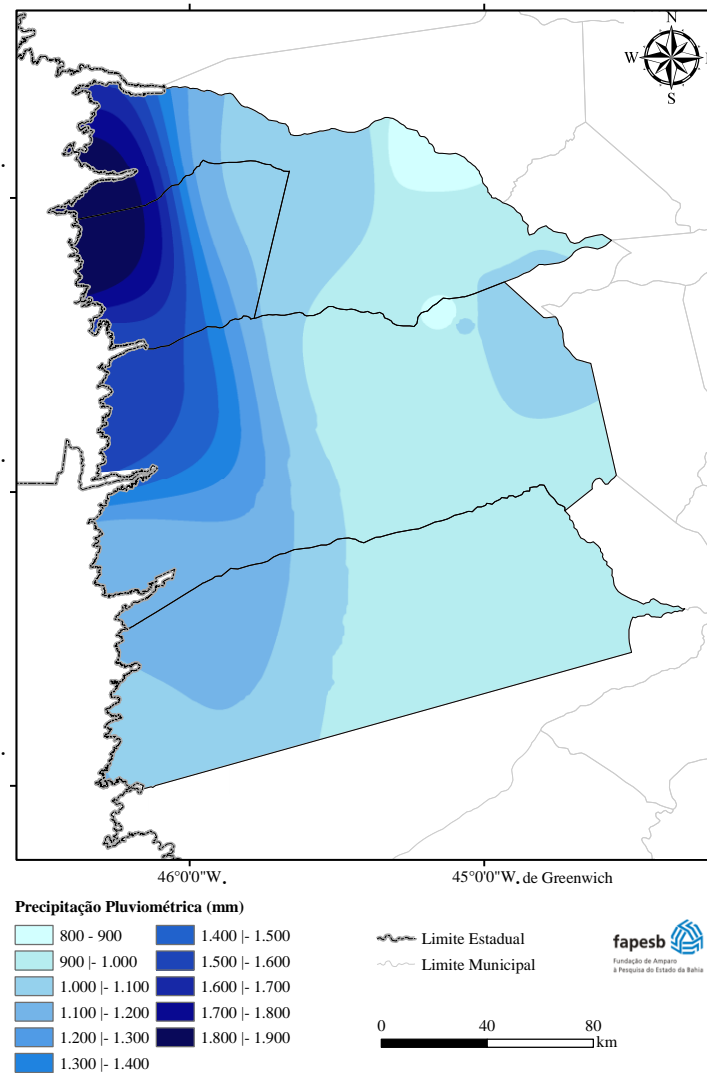


Figura 7: Mapa da série pluviométrica de 1981-1990 (Período III).

Fonte: Elaborado a partir do banco de dados do INMET e ANA/CPRM – HidroWeb Sistema de Informações Hidrológicas, por Liliane Matos GÓES (2011).

Figura 8: Mapa da série pluviométrica de 2001-2010 (Período I).

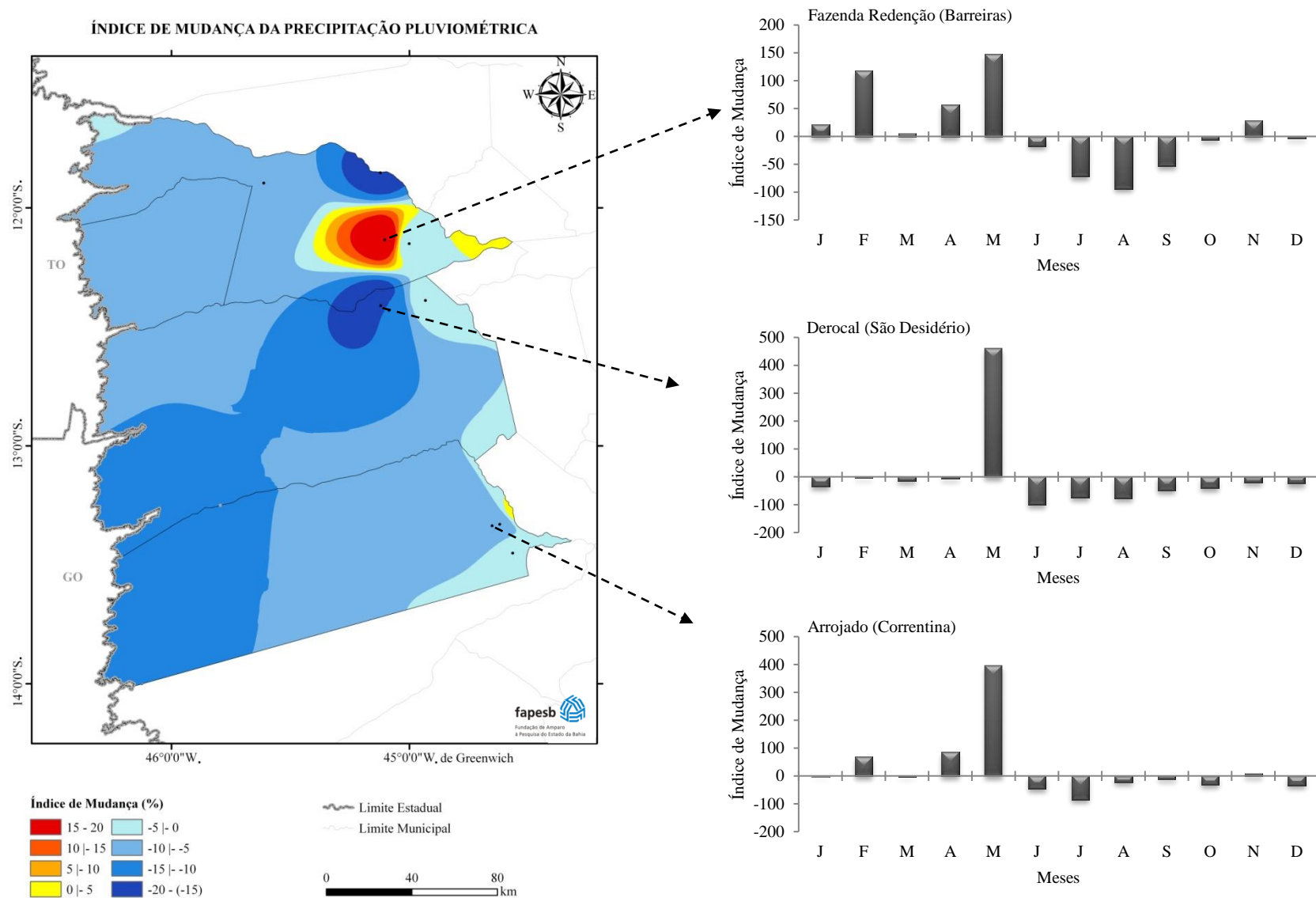


Figura 9: Mapa do Índice de Mudança referente a média pluviométrica do Período I (2001-2010) e do Período III (1981-1990).  
Fonte: Elaborado a partir do banco de dados do INMET e ANA/CPRM – HidroWeb Sistema de Informações Hidrológicas.



O ÍM negativo que varia entre 5 a 0% compreende uma área de 10.001,76 km<sup>2</sup> e possui ampla ocorrência no município de Correntina. Selecionou-se a estação pluviométrica Fazenda Planalto por retratar acentuada dinâmica no que concerne a redução do ÍM em -4,57%, assim como por localizar-se em área de cultivo de *commodities* soja e algodão. Observou-se, índice pluviométrico com redução acumulada de 1.300 mm para o decênio recente e as oscilações mensais negativas se concentraram em fevereiro, setembro, outubro e novembro. A estação Arrojado apresentou ÍM negativo de 2,9%, a estação Fazenda Coqueiro ÍM de 2,54% e a estação Barreiras ÍM de 2,92%.

O ÍM que oscila entre -9% e -5% abrange 15.541,6 km<sup>2</sup> da área de estudo, em específico os municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães, esta classe contempla ampla área das lavouras temporárias. A estação pluviométrica Fazenda Joha retrata mudanças negativas de 8,67%, um aspecto interessante refere-se à intensa variação nos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro, justamente no período que é iniciado o plantio da soja. O mês de janeiro destacou-se por apresentar maior oscilação com ÍM -26,45%, este índice significa redução de 66,18 mm. Por outro lado, os meses onde foram/são iniciados a colheita da soja houve incremento nos índices pluviométricos, em particular nos meses de março, abril e maio.

A estação pluviométrica fazenda Redenção apresenta ÍM negativo de 6,71% e a estação pluviométrica fazenda Prainha constatou a maior taxa de variação com -9,2%, ou seja, houve redução acumulada de 122,44 mm, nesta estação a análise mensal destacou o mês de abril com o incremento de 46 mm e no mês de fevereiro maior redução 50,32 mm.

O intervalo entre -14% e -10% ocupa uma área de 8.029,12 km<sup>2</sup> e é representada pelas estações pluviométrica de Derocal e Sítio Grande onde foi constatado, respectivamente, ÍM negativo de 13,75% e 10,15%. Na estação Derocal constatou-se queda abrupta nos meses de janeiro, novembro e dezembro, a série pluviométrica decenal do período I registrou 876,66 mm e no período II a precipitação foi de 1.016,46 mm.

A classe seguinte teve oscilação de ÍM entre -19% a -15% e ocupa 2.953,4 km<sup>2</sup>. Este intervalo de ÍM é exemplificado pela estação pluviométrica Nova Vida por apresentar dinâmica mensal negativa, com exceção dos meses de março, abril e junho. O ÍM mensal de janeiro foi mais relevante com redução de -34,91%, isto representa uma queda de 62,21 mm em relação ao período I.

O intervalo que varia entre -22% e -20% compreende uma área de 3.054,63 km<sup>2</sup>, os resultados do índice esta sob controle da estação Roda Velha onde foi registrado ÍM negativo de 22,43%, nesta área observou-se a maior redução de índices pluviométricos, no período I foi registrado 1.040,27 mm e no período II registrou-se 1.341,15 mm. As Figuras 10 e 11, revelam que apenas os meses de abril e maio não tiveram ÍM negativo, por outro lado os meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro evidenciaram redução acima de 60 mm.

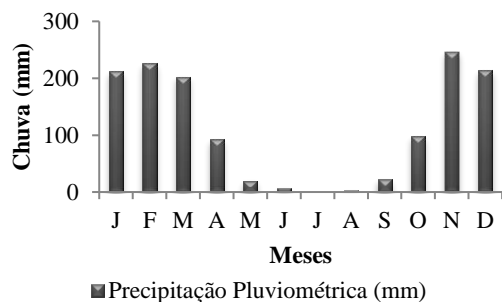


Figura 10: Pluviograma da série decenal (1991-2000) da estação pluviométrica Roda Velha.

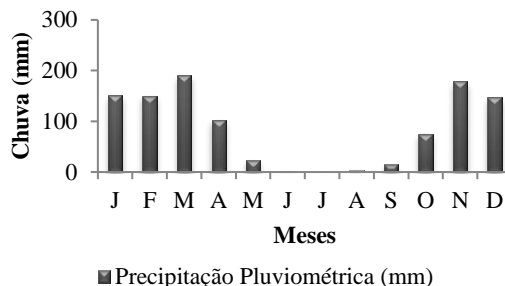


Figura 11: Pluviograma da série decenal (2001-2010) da estação pluviométrica Roda Velha.

Fonte: Elaborado a partir do banco de dados do ANA/CPRM – HidroWeb Sistema de Informações Hidrológicas.

Ficou constatado que mais de 90% do território registrou ÍM negativo (Figura 12), portanto trata-se de um território que vivencia mudanças climáticas e as oscilações ocorrem justamente no período do plantio e na colheita da principal cultura temporária, a soja. As áreas que apresentaram ÍM positivo estão localizadas a leste da área de estudo e estas não são utilizadas para plantio das lavouras de soja e algodão, pois está situada em unidade geomorfológica movimentada, planalto em patamar.

#### 4. Conclusão

Constatou-se que as mudanças climáticas identificadas em escala geográfica local foram eminentemente mudanças negativas, desta forma conclui-se que o período I (2001-2010) apresentou-se mais seco que os períodos II (1991-2000) e o período III (1981-1990), principalmente ao relacionar os dados do período I com o período III.

Pontua-se também, que as áreas que contemplaram dinâmica cujo ÍM foi negativo foram àquelas destinadas ao plantio das *commodities* soja e algodão. E as áreas que apresentaram ÍM positivo estão localizadas a leste da área de estudo, justamente em área situada em unidade geomorfológica movimentada, planalto em patamar.

Acredita-se que a análise da variação da precipitação pluviométrica por década permitiu inferir a ocorrência de influências de eventos em nível de escala geográfica global e que podem repercutir no calendário agrícola (soja e algodão) da região que é iniciada a partir do mês de novembro a fevereiro.

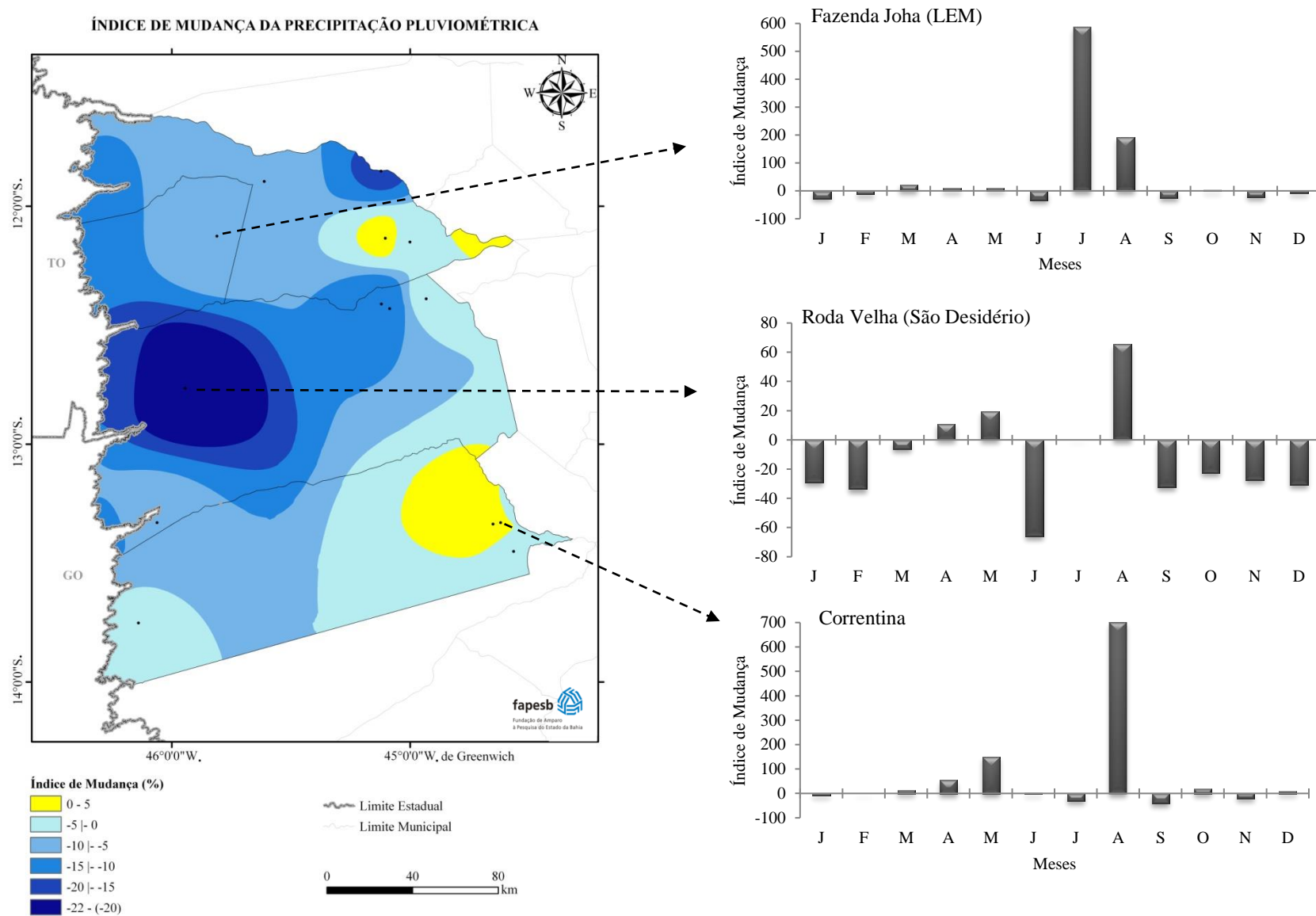


Figura 12: Mapa do Índice de Mudança referente a média pluviométrica do Período I (2001-2010) e do Período II (1991-2000).

Fonte: Elaborado a partir do banco de dados do INMET e ANA/CPRM – HidroWeb Sistema de Informações Hidrológicas, por Liliane Matos GÓES (2011).

## 5. Bibliografia

- BARBOSA, J. P. M. Mudanças climáticas e distribuição espacial da precipitação na serra do mar – análise a partir de séries históricas de precipitação e sistemas de informação geográfica (sig). *Caminhos de Geografia*. Uberlândia, v. 8, n. 22, set/2007, p. 67 – 81.
- BERTALANFFY, L. Teoria geral dos sistemas. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. A teoria dos sistemas. *Boletim de geografia teórica*, São Paulo: Rio Claro, n. 2, p. 43-60, 1971.
- \_\_\_\_\_. Aspectos da análise sistêmica em Geografia. *Revista Geografia*, Departamento de Ciências – Universidade Estadual de Londrina, v. 3, p. 1-31, 1978.
- \_\_\_\_\_. Análise de sistemas em geografia: introdução. São Paulo: HUCITEC, 1979. 106p.
- \_\_\_\_\_. Definição e objeto da geografia. *Revista Geografia*, Departamento de Ciências – Universidade Estadual de Londrina, v. 8, p. 1-28, 1983.
- \_\_\_\_\_. A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro: IBGE, v. 52, n. 2, p. 21-36, abr./jun. 1990.
- \_\_\_\_\_. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). *Geografia e meio ambiente no Brasil*. São Paulo: Hucitec, 1995. p. 334-345.
- \_\_\_\_\_. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgar Blücher, 1999. 256p.
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Dados Meteorológicos. Brasília: INMET. CD-ROM 055/2010.
- GÓES, Liliane Matos. Abordagem Sistêmica Aplicada aos Complexos Agroindustriais da Soja e do Algodão no Território do Extremo Oeste da Bahia. 2011. 161p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, 2011.
- MORIN, E. O método 1: a natureza da natureza. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2003. 479p.
- PEREZ FILHO, A. Sistemas Naturais e Geografia. In: José Borzachiello da Silva; Luiz Cruz Lima; Denise Elias. (Org.). *Panorama da Geografia Brasileira*. São Paulo: annablume, 2006, v. 01, p. 333-336.
- \_\_\_\_\_. Sistemas ambientais e sociedade. In: Marcio Pinon de Oliveira, Maria Célia Nunes Coelho, Aureanice de Mello Corrêa. (Org.). *O Brasil, A América Latina e o Mundo: Espacialidades Contemporâneas (I)*. 1 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008, v. 1, p. 362-372.
- SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. *Métodos em questão*, n. 16. São Paulo: IG-USP, 1977. 52p.
- SUGGIO, Kenitiro. Mudanças Ambientais da Terra. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p.
- VICENTE, A. K. Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas. 2002. 144p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- VIOLA, M. R. *et al.* Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.14, n.9, p.970–978, 2010.



## INTERAÇÕES ENTRE CLIMA E SAÚDE: A LEPTOSPIROSE EM ARACAJU/SE/BR

M. E. S Carvalho.<sup>(a)</sup>, F. de A. Mendonça<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia da Universidade Federal de Sergipe  
marciacarvalho\_ufs@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná  
chico@ufpr.br

### Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a ocorrência espacial e temporal dos casos de leptospirose em correlação com os eventos climáticos extremos de precipitação em Aracaju/SE, nos últimos anos (2010 a 2015). A metodologia utilizada apresentou caráter descritivo e quantitativo, a partir da pesquisa bibliográfica/documental, alicerçada no âmbito da climatologia e da epidemiologia. No período em estudo os casos concentraram-se na quadra chuvosa, apresentando correlação positiva com os eventos extremos de precipitação. O maior número de casos foi registrado em 2010 e o maior número de óbitos em 2011, ambos anos chuvosos em comparação com os demais da série temporal em estudo. Associado a este dado, predominaram pessoas infectadas do sexo masculino, espacialmente distribuídos nos bairros periféricos da cidade, com baixa escolaridade e baixa renda familiar.

**Palavras chave:** Leptospirose – Eventos Climáticos Extremos – Vulnerabilidade Socioambiental

### 1. Introdução:

Desde a existência do homem no planeta Terra, o clima tem papel fundamental para a sua existência. Mesmo tendo sido ultrapassada a visão determinística de um sobre o outro, as variações climáticas ainda desempenham importante papel no tocante a qualidade ambiental, principalmente dos centros urbanos com suas desigualdades socioeconômicas e espaciais.

Assim,

(...) cuidados são necessários para não se buscar explicações que subestimem a influência da natureza nas atividades humanas e no bem-estar da população. De toda maneira, a abordagem da relação entre a sociedade e a natureza, devido às profundas transformações produzidas por aquela sobre esta, demanda novas abordagens no presente. É, então, neste quadro de novos desafios ao conhecimento e à sua aplicação que o clima se coloca e se reforça como elemento de interesse científico-técnico e cultural e de grande importância para o equacionamento de determinados problemas socioambientais (MENDONÇA, 2005, p.101).

Neste viés de pensamento, vários pesquisadores têm contribuído no sentido de compreender as interações entre clima e saúde humana. Dentre os clássicos de referência mundial, cita-se Hipócrates, na Antiguidade Clássica, Pavlovsky, em 1939, Max Sorre, em 1943 e no Brasil, Pessoa, em 1978, e Lacaz, em 1972, que trouxeram grande contribuição à temática em tela (ANDRADE, 2000). De caráter mais recente, cita-se as contribuições de Mendonça (2000, 2003, 2005), Confalonieri (2003), Sant'Anna Neto (2008), Barcellos (2009), dentre outros, que são referência no tocante a relação entre clima e saúde.

Os fenômenos climáticos podem causar impactos à saúde de forma direta ou indireta, principalmente os relacionadas com a transmissão via vetores (febre amarela, malária, dengue, etc.), hospedeiros intermediários (esquistossomose) ou de veiculação/transmissão hídrica (amebíase, cólera, micoses, leptospirose, etc.), cuja morbidade é considerada alta no Brasil (CONFALONIERI, 2003; MENDONÇA, 2005; BARCELLOS, 2009).

Os desastres climáticos naturais se configuram atualmente como graves problemas para a sociedade, em razão dos prejuízos que causam a sociedade. São resultantes de processos naturais, e quando em contato com a sociedade, decorrem na formação dos riscos. Dessa forma, o risco configura-se como a probabilidade de os eventos ocorrerem afetando a população com maior vulnerabilidade social. As inundações configuram-se nos mais impactantes eventos pluviais que ocorrem no mundo (HOFFMANN, MENDONÇA & GOUDARD, 2014).

Além desta questão, a vulnerabilidade socioambiental se soma ao cômputo geral da elevada morbidade. Com o aumento das pressões e adensamentos antrópicos nos centros urbanos associados com a inexistência de saneamento em muitas regiões periféricas das cidades, que também congregam precárias habitações, associada com baixa renda e ocupando áreas de risco, são fatores que se somam gerando agravos à saúde coletiva.

Dentre estes, destaca-se a leptospirose, enfermidade causada por uma bactéria espiroqueta patogênica do gênero *Leptospira*, uma zoonose de elevada abrangência no mundo, presente na urina de roedores e transmitida aos humanos, principalmente nas enchentes. Bovinos, suínos e cães também podem adoecer e transmitir a leptospirose ao homem. A bactéria invade o organismo por pequenas lesões de pele ou pelas mucosas oral, nasal, ocular em contato com a água.

Dentre os sintomas, destaca-se a febre alta e dores. O quadro pode evoluir para a icterícia (pele e olhos alaranjados), diminuição da quantidade de urina, tosse e sangramentos, podendo causar letalidade em até 40% dos casos mais graves. Estes sintomas são comuns a outras doenças infecciosas. As formas mais comuns de se adquirir a doença são em situações de inundações e enchentes. A doença pode aparecer de 1 a 30 dias após o contato com a água contaminada.

De acordo com dados do Ministério da Saúde (SINAN/SVS), foram notificados, entre os anos de 2010 a 2015, 25.139 casos de leptospirose no país, concentrados principalmente na região Sudeste, Sul e Norte (33%, 30% e 21%, respectivamente). Para a Região Nordeste, no mesmo período, foram registrados 3.527 casos, o que representa 14% do total de casos nacionais. Em Sergipe, para o mesmo período, foram registrados 268 casos, representando 7,6% do total de casos de sua região, sendo que na capital, Aracaju, totalizou 40,7% em relação ao Estado, com 106 casos registrados no recorte temporal em estudo.

Diante deste cenário, esta pesquisa tem como objetivo analisar a ocorrência espacial e temporal da leptospirose em Aracaju/SE/BR, buscando correlacionar com os eventos climáticos extremos de precipitação entre os anos de 2010 a 2015.

## **2. Procedimento Metodológico:**

No intuito de identificar se existem relações entre a ocorrência temporal e espacial da leptospirose e os eventos climáticos extremos de precipitação, utilizou-se uma metodologia de caráter descritivo e quantitativo, a partir da pesquisa bibliográfica/documental, estando alicerçada em dois campos do conhecimento: a climatologia e a epidemiologia.

Desta forma, o embasamento teórico-metodológico da climatologia está alicerçado no terceiro subsistema do clima urbano de Monteiro (1976), o hidrometeorológico, no qual são analisados os eventos extremos de precipitação e seus desdobramentos no meio urbano, o qual se constitui em interesse eminente da climatologia geográfica.

Para tal, foi realizada uma análise da variação da precipitação diária para o recorte temporal de estudo, 2010 a 2015, a partir de dados da Estação Meteorológica Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)) - Estação 83096 (10,9° de latitude sul e 37,0° de longitude oeste), localizada na área urbana do município de Aracaju, visando identificar os dias nos quais ocorreram os episódios acima de 50mm em 24hs, tendo estes sido denominados de eventos extremos, pois a partir deste total pluviométrico são registrados pela Defesa Civil e pela Empresa Municipal de Obras e Urbanização de Aracaju (EMURB) impactos no meio urbano na cidade de Aracaju.

Para análise epidemiológica foram utilizadas as informações do Guia de Vigilância Epidemiológica (2009) do Ministério da Saúde e como fonte de dados o banco de notificação da leptospirose da Coordenação de Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju/SE (SMS), mediante aprovação da pesquisa em tela pelo Centro de Educação Permanente em Saúde (CEPS/SMS). O referido banco é alimentado pelo roteiro de notificação epidemiológica para leptospirose. Neste banco encontram-se disponíveis informações sobre o número total de casos, a data de ocorrência dos primeiros sintomas, utilizada nesta pesquisa



como parâmetro para fazer as correlações com a precipitação, data de notificação, sexo do indivíduo, escolaridade, ambiente provável da infecção, localização residencial, dentre outros dados. A série temporal escolhida ocorreu em função da disponibilidade de dados. Para o cálculo da taxa de incidência foi utilizada a seguinte fórmula:

$CI = \text{número de casos novos} \times 10^n / \text{população por bairro}$ , onde n equivale ao tamanho da amostra da população. Foi considerado  $n = 5$ , para expressar o resultado por 100.000 habitantes.

Para geração do banco de dados e posterior construção de tabelas e gráficos foi utilizado o Excel/Windows/07. Para elaboração dos mapas foi utilizada base de dados da SRH (2013) e da PMA (2010) e o ArcGis 10.1 como software, buscando identificar padrões espaciais de localização das áreas de risco nas quais ocorreu a maior incidência das morbidades.

O processamento estatístico foi descritivo e probabilístico, usando-se o Coeficiente de Correlação de Pearson, cujos dados de precipitação foram considerados como a variável independente e os casos de leptospirose como variáveis dependentes. Para análise dos resultados foi considerada classificação de Dancey e Reidy (2006): 0 a 0.30 indica fraca correlação; 0.40 a 0.6 (positivo ou negativo) indica correlação moderada; 0.70 a 1 (positiva ou negativa) indica forte correlação.

Os dados foram analisados de forma integrada buscando compreender as relações entre as variáveis, associada com a literatura pertinente à temática, associando os casos de leptospirose aos eventos climáticos extremos e às condições socioambientais do espaço urbano de Aracaju.

### **3. Resultados: Aspectos climáticos e a ocorrência da leptospirose em Aracaju/SE/BR: aspectos socioambientais em destaque**

Aracaju ocupa uma posição litorânea e abrange uma área de 181,8 Km<sup>2</sup>, estando inserida no Território de Planejamento da Grande Aracaju (Figura 01).

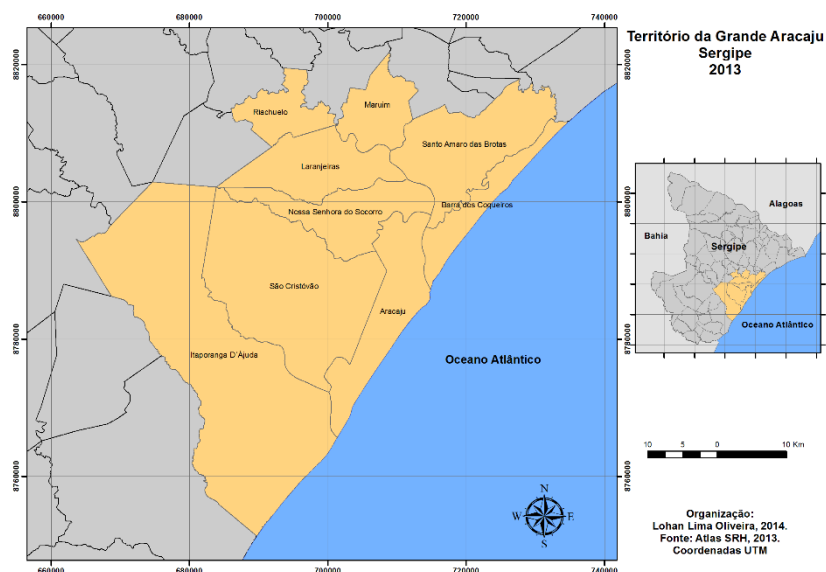


Figura 01 – Aracaju / SE – Localização geográfica.

O clima local de Aracaju é resultante das interações de atuação dos sistemas meteorológicos: Alísios de SE, Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, Sistema Equatorial Amazônico – SEA e Frente Polar Atlântica – FPA, que se relacionam com outros fatores locais, como a posição geográfica litorânea, em latitude tropical. As temperaturas giram em torno dos 26 °C e a precipitação média anual é de, aproximadamente, 1.600 mm.

O período chuvoso de Aracaju concentra-se entre março e agosto, com destaque da concentração da precipitação no mês de maio. A climatologia de 1961 a 1990 aponta o mês de maio como preferencial para ocorrência de chuvas extremas em 24h (INMET, 2016).

Com relação aos eventos extremos, considerando as precipitações acima de 50mm ocorridas em 24hs em virtude dos impactos causados no meio urbano, o maior valor foi de 171,6 mm, ocorrido em maio de 1964. Entre 1986 a 2015 foram registrados 62 eventos acima de 50 mm em 24hs, sendo que no período em estudo (2010-2015) ocorrem 12 eventos, com maior frequência em 2010, concentrando 33% dos episódios (Figura 02). Em 2011, ocorreu o segundo maior evento extremo registrado em Aracaju desde 1964 (157mm) e em 2013 ocorreu o 4º maior episódio (147mm).

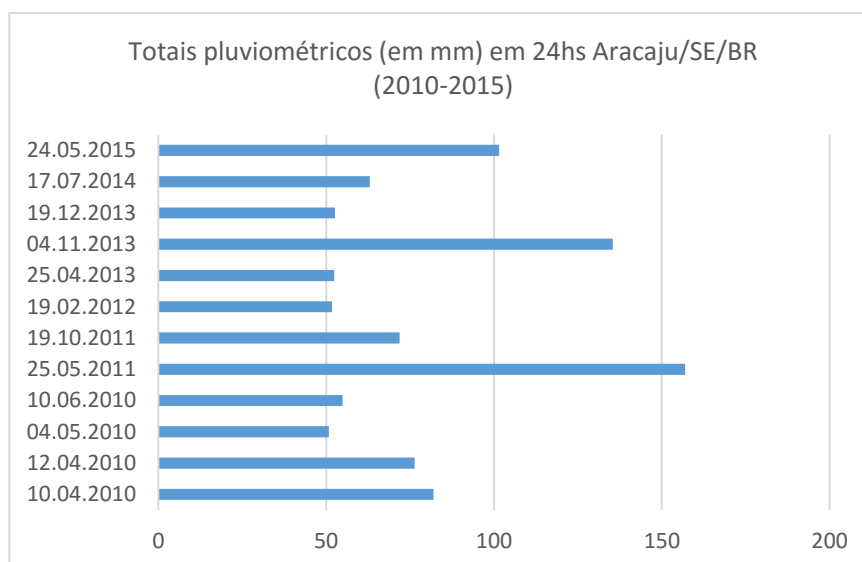


Figura 02 – Totais pluviométricos acima de 50 mm/dia (2010-2015) Aracaju/SE/BR  
 Fonte: INMET - Estação: ARACAJU - SE (OMM: 83096)  
 Org: Márcia Carvalho

Com relação aos impactos destes eventos climáticos extremos no meio urbano, são recorrentes os alagamentos e deslizamentos. No computo geral, foram identificados 52 pontos de alagamentos, distribuídos por 32 bairros (82% do total de bairros da capital) (EMURB, 2013). Deste total, 41% localizaram-se na periferia urbana da cidade, concentradas na zona norte da capital (Porto Dantas, Lamarão, Soledade, Santos Dumont, Japãozinho) e na periferia sociológica da zona sul (Santa Maria), que apresentam as menores rendas médias por responsável pelos domicílios, refletindo nas condições de moradia, educação e saúde.

O maior número de casos de leptospirose para o período foi registrado em 2010, ano no qual ocorreu o maior número de eventos extremos de precipitação, e o maior número de óbitos em 2011. Do total geral, 25 pessoas com leptospirose (23,5%) vieram a óbito, valor considerado elevado para um país em desenvolvimento (Figuras 03). Considerando o banco de dados analisado, 95,4% dos casos apresentaram como área provável da infecção a zona urbana, ratificando que a população residente em aglomerados urbanos desordenados e de baixa renda, em diferentes capitais brasileiras, são acometidas por diversos impactos, estando mais vulneráveis aos eventos extremos.

Com relação ao ambiente de infecção, 35,9% das pessoas contaminadas indicaram o ambiente de trabalho como provável foco de contaminação e 31,1%, o ambiente domiciliar.

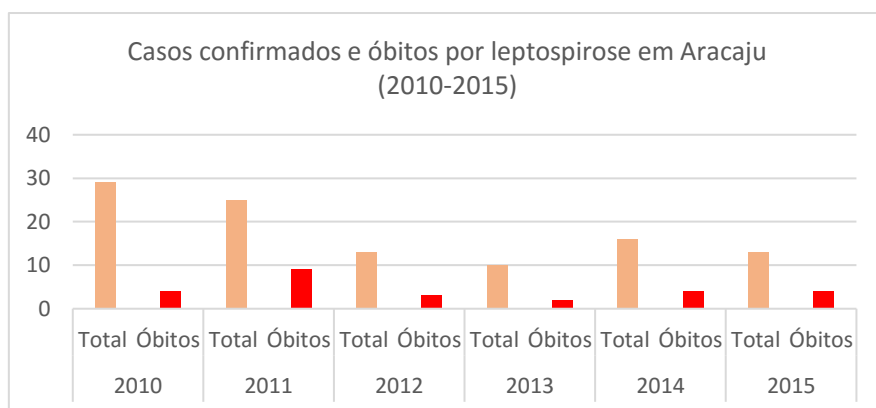


Figura 03 – Casos registrados e óbitos por leptospirose em Aracaju/SE/BR  
Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju/SE (2016). Org: Márcia Carvalho

No recorte temporal em estudo, a análise da data dos primeiros sintomas foi utilizada como base para avaliar a correlação da doença com a precipitação. A partir desta análise, foi identificado que 81% dos casos de leptospirose ocorreram na quadra chuvosa, em todos os anos em estudo, que ocorre de abril a agosto, adentrando setembro, estando este último mês ainda com os reflexos da ocorrência das chuvas no ambiente (Figura 04).

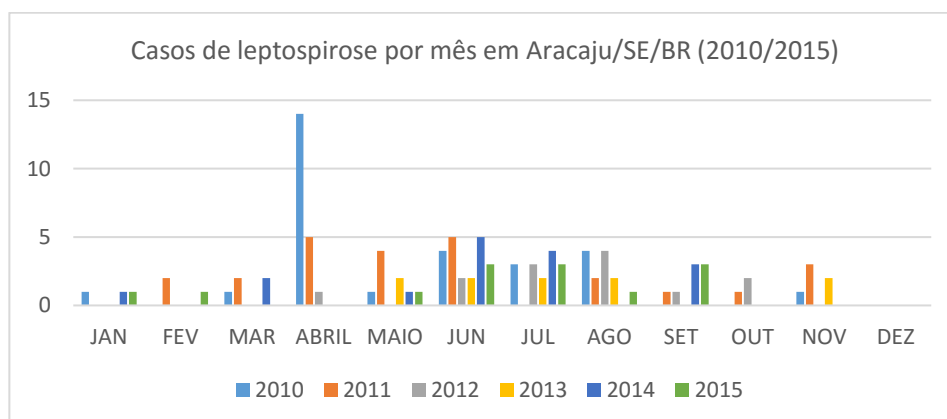


Figura 04 – Casos registrados por mês de leptospirose em Aracaju/SE/BR  
Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju/SE (2016). INMET - Estação: ARACAJU - SE (OMM: 83096). Org: Márcia Carvalho

Os anos de 2010 e 2011 foram os mais chuvosos e concentraram 51% dos casos (Figura 05). Entre 2012 e 2015 ocorreram os menores totais pluviométricos da série analisada, bem como dos últimos 30 anos, valendo ainda destacar que 2012 e 2015 foram considerados anos de El Niño forte.

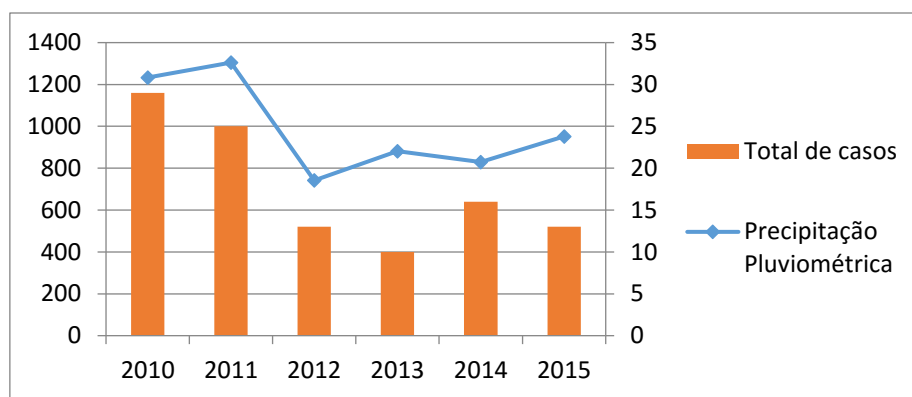


Figura 05 – Total de casos de leptospirose em Aracaju/SE/BR (2010-2015)

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju/SE (2016). INMET - Estação: ARACAJU - SE (OMM: 83096). Org: Márcia Carvalho

Na série temporal em estudo, a correlação mais direta com o aumento do número de casos e os eventos extremos de precipitação ocorreram em 2010 e 2011, tanto em função da sequência de dias chuvosos, quanto pelo total precipitado em 24hs. Em 2010, por exemplo, 49% dos casos foram registrados após setes dias de chuvas intensas no mês de abril, que totalizou 293,4mm, que correspondeu a 78,5% do total mensal. Neste período ocorreram dois eventos extremos: 10/04/10 - 82mm e 12/04/10 - 76,4mm (Figura 06).

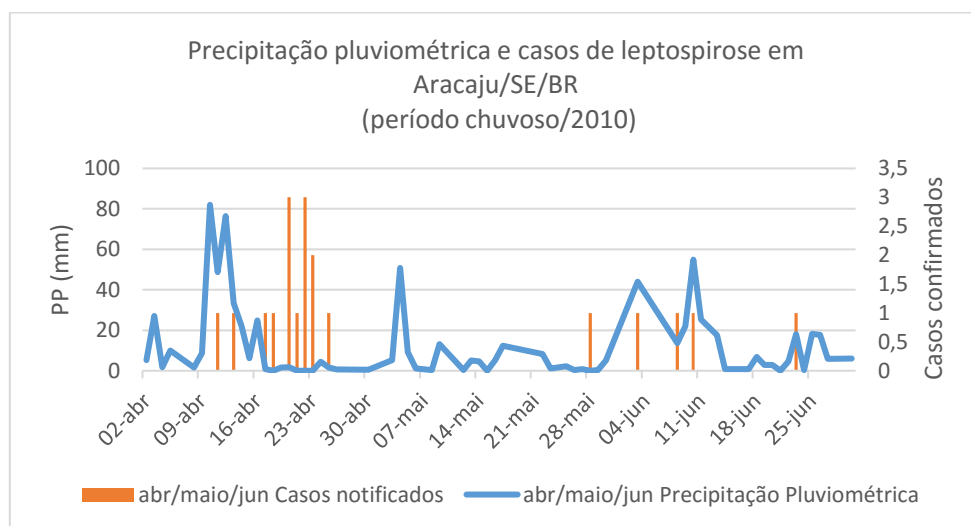


Figura 06 – Casos de leptospirose entre abril/junho/2010 em Aracaju/SE/BR

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju/SE (2016). INMET - Estação: ARACAJU - SE (OMM: 83096). Org: Márcia Carvalho

Outros 41% dos casos, embora não associados a eventos extremos, foram confirmados ainda na quadra chuvosa, em julho e agosto de 2010 (Figura 07).

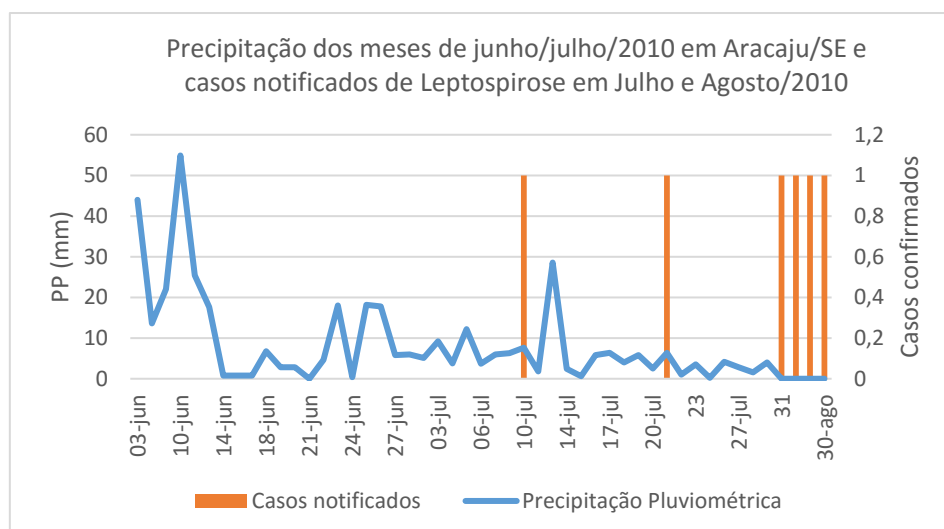


Figura 07 – Casos de leptospirose entre junho/agosto/2010 em Aracaju/SE/BR  
 Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju/SE (2016). INMET - Estação: ARACAJU - SE (OMM: 83096). Org: Márcia Carvalho

Seguindo o padrão do ano anterior, 36% dos casos de 2011 foram registrados após o evento extremo de 25 de maio, o qual precipitou 157mm em 24hs (Figura 08).

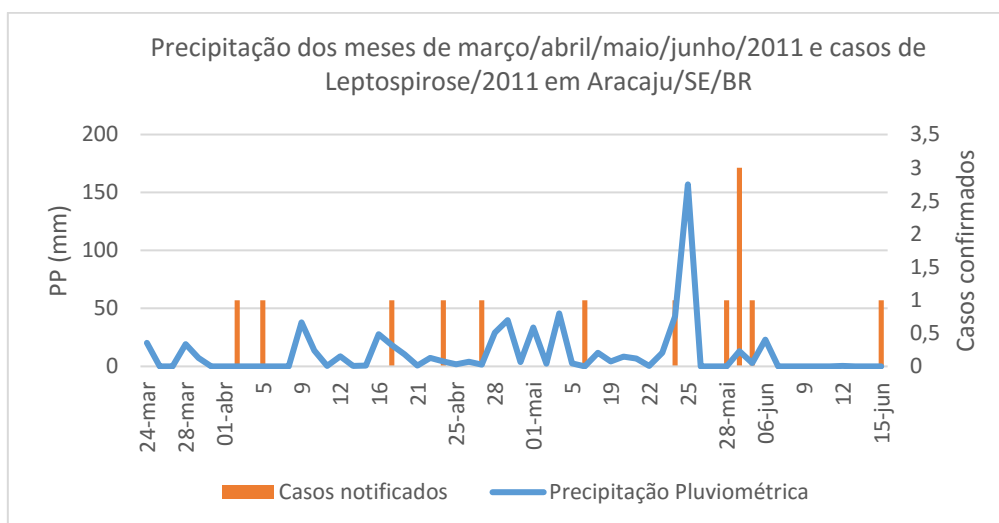


Figura 08 – Casos de leptospirose na quadra chuvosa de 2011 em Aracaju/SE/BR  
 Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju/SE (2016). INMET - Estação: ARACAJU - SE (OMM: 83096). Org: Márcia Carvalho

Entre 2012 e 2015 embora com registros de eventos climáticos extremos de precipitação, o número de casos foi reduzido o que pode estar associado com a redução dos totais pluviométricos mensais. Entretanto foi mantido o padrão de ocorrência dos casos na quadra chuvosa.

Vale destacar que em 2013 foram registrados eventos extremos de precipitação nos meses de novembro e dezembro, mas diferentemente do que ocorre na quadra chuvosa de abril a agosto,

nos quais as condições atmosféricas ainda possibilitam ocorrência de outros totais pluviométricos, propiciando um ambiente adequado para a disseminação da leptospirose, o que não ocorre nos meses secos com precipitações extremas e pontuais.

Mesmo considerando o tempo entre a ocorrência das chuvas e o contato do indivíduo com a água contaminada, que pode variar entre um a trinta dias para a doença se manifestar, ao aplicar o coeficiente de correlação de Pearson, foi identificada correlação alta, 0,779, entre os casos notificados de leptospirose e a ocorrência de chuva por mês na série temporal analisada e correlação também alta por total de casos por ano (0,870). Estes resultados corroboram com pesquisas desenvolvidas tanto no Nordeste do país (MAGALHÃES, et.al. 2009) quanto no Sul (BUFFON e MENDONÇA, 2014).

Por outro lado, difere do obtido por Melo (2011) que a partir de dados anuais de registro dos casos de leptospirose e total pluviométrico de 2001 a 2007, afirmou que não havia, em seu estudo em Aracaju/SE/BR, correlação entre o padrão de ocorrência das chuvas e os casos notificados. Destaca-se então a importância da identificação da ocorrência não somente pelo mês da notificação, mas principalmente pela data de registro dos primeiros sintomas, conforme a pesquisa em tela apresentou.

No tocante a espacialização do local de residência da pessoa infectada, 87% dos casos foram notificados em bairros periféricos da cidade, nas zonas norte e oeste, nos quais predominam a menor renda família de Aracaju, sendo os bairros Santa Maria, Santos Dumont e Lamarão os que apresentaram o maior número de casos de leptospirose. Em termos de incidência, o bairro Lamarão apresentou o maior índice, seguido pelo bairro Jardim Centenário. Os bairros Santa Maria e Santos Dumont ocuparam a terceira e quarta posição em termos de incidência, respectivamente (Figuras 09 e 10).

Sobre a ocorrência da leptospirose, dos 106 casos registrados no recorte temporal em estudo, 81,7% são do sexo masculino, com idades variando entre dez a mais de sessenta anos, cujos registros concentram-se na faixa etária de 31 a 50 anos (46,5% dos casos) e acima de 51 anos (30,23% dos casos), perfazendo o perfil da população adulta economicamente ativa. Os demais casos são do sexo feminino (18,3%) de mesma faixa etária (40% entre 31 a 50 anos e acima de 51 anos, 40% dos casos).

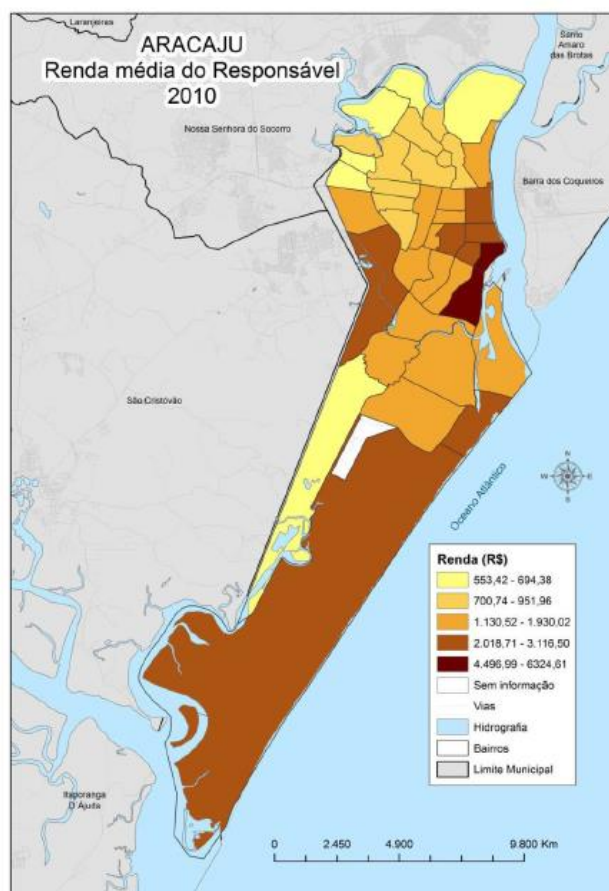
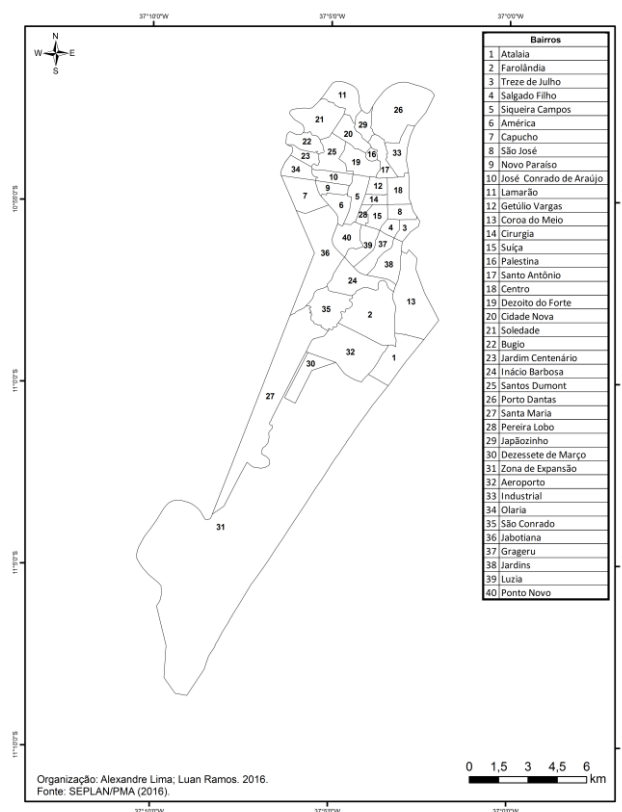


Figura 09 – Bairros de Aracaju e Renda Média Familiar. Fonte: PMA (2016), SEMARH/SRH (2010)





Figura 10 - Ocorrência e Incidência da leptospirose em Aracaju/SE/BR (2010-2015).

Fonte: PMA (2016), SMS (2016)

#### 4. Considerações Finais:

A análise da ocorrência da leptospirose em Aracaju/SE/BR apresentou correlação alta com a pluviosidade e em especial com a ocorrência dos eventos climáticos extremos de precipitação. O maior número de casos de leptospirose foi registrado em 2010 e o maior número de óbitos em 2011, anos nos quais a precipitação foi superior as demais do período em estudo. Do total geral, 23,5% das pessoas infectadas vieram a óbito, valor considerado elevado para um país em desenvolvimento, mas que ainda convive com as denominadas Doenças Negligenciadas da Pobreza.

Embora em Aracaju não seja rara a ocorrência de eventos extremos, a correlação destes com o aumento dos casos de leptospirose foi considerado alto, especialmente nos bairros periféricos da cidade e que apresentam a menor renda familiar de toda a capital e as mais baixas taxas de escolaridade, o que permite afirmar que a comunidade está exposta aos riscos climáticos potencializados pela condição de vulnerabilidade socioambiental. Vale destacar também que a rede de drenagem urbana da cidade é deficiente, com contaminação das águas pluviais com

esgoto devido à falta da rede coletora separadora, fato que se agrava com ocupação urbana desordenada, habitações precárias, descarte inadequado de lixo e alagamentos ocorridos durante intenso período chuvoso.

Este agregado de itens demonstra a importância do componente climático e sua relação com a saúde pública e que a redução dos casos de leptospirose necessita de estudos socioambientais integrados com ações âmbito social, interligadas com a saúde, saneamento, habitação, limpeza urbana e educação. Ações isoladas pouco contribuirão para evitar novas infecções nos próximos anos chuvosos, seja com ou sem a ocorrência de eventos extremos de precipitação.

## 5. Bibliografia:

- Andrade, M.E.B. (2000). Ocupação do espaço e doenças endêmicas. In: Barata, R. B., Briceño-León, R.E. (orgs). Doenças endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais [online]. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000. P.151-166. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 15/01/2016.
- Barcellos, Christovam, Monteiro, A.; Corvalan, C.; Gurgel, H.; Carvalho, M.; Artaxo, M.; Hacon, S.; Ragoni, V. (2009). Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, 18(3):285-304, jul-set.
- Buffon, Elaiz; Mendonça, Francisco. (2014). Leptospirose e pluviosidade em Curitiba/PR (Brasil): eventos extremos, riscos e vulnerabilidades. In *Anais do VIII SLAGF*. Chile, p. 1045-1055.
- Confalonieri, Ulisses. E. C., (2003). Variabilidade climática, vulnerabilidades social e saúde no Brasil, *Terra Livre*. São Paulo Ano 19 - vol. I - n. 20 p. 193-204 jan/jul.
- Dancey, C. & Reidy, J. (2006). *Estatística sem Matemática: Usando SPSS para Windows*. Porto Alegre, Artmed.
- EMURB. (2013). *Pontos de alagamento em Aracaju*. Aracaju, 2013
- Hoffmann, T. C. P.; Mendonça, F.; Goudard, G. Eventos climáticos extremos: inundação e gestão de riscos no Paraná. In: Mendonça, F. (org.). *Riscos Climáticos: vulnerabilidade e resiliência associados*. Jundiaí: Paco Editorial, 2014.
- IBGE. *Censo demográfico*. Brasília, 2010.
- INMET. *Gráficos Climatológicos*. 2016. Disponível: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>. Acesso: 17.03.2016.
- Magalhães, G. B.; Zanella, M.E.; Sales, M.C.L. (2009). A ocorrência de chuvas e a incidência de leptospirose em Fortaleza/CE: *Hygeia* 5(9):77 - 87.
- Melo, C. B.; Reis, R.B.; Ko, A.I.; Barreto, C.; Lima, A.; Silva, A. (2011). Espacialização da leptospirose em Aracaju/Sergipe (2001 a 2007). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 44(4):475-480, jul-ago.
- Mendonça, Francisco. (2000). Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. *RA'EGA*, Curitiba: Editora da UFPR, n. 4, p. 85-99.
- \_\_\_\_\_. (2003). Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. *Terra Livre*. São Paulo. vol. 1. n. 20, p 205-221, jan/jul.
- \_\_\_\_\_. (2005). Clima, tropicalidade e saúde: uma perspectiva a partir da intensificação do aquecimento global. *Revista Brasileira de Climatologia*, vol. 1, n. 1. p.100-112.
- Mendonça, F.; Monteiro, C. A. de F. (org.). (2003). *Clima Urbano*. São Paulo: Contexto.
- Sant'Anna Neto, João Lima. (2008). Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. *Revista da ANPEGE*, v.4, p. 51 – 72. Disponível em: <http://anpege.org.br/revista/ojs-2.2.2/index.php/anpege08/issue/view/1>. Acesso em 10/05/2014.

Monteiro, C. A. F. *Análise rítmica em climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e Acheegas para um programa de trabalho*. São Paulo: Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo, 1971.

\_\_\_\_\_. *Teoria e Clima Urbano*. Tese apresentada a Universidade de São Paulo, 1976.

SEMARH/SRH. (2010). *Gestão Integrada das Águas Urbanas da Região Metropolitana de Aracaju – Diagnóstico Qualitativo*, 2010.

SRH. *Atlas Digital de Recursos Hídricos de Sergipe*. Sergipe, 2013.

## REGISTROS TÉRMICO-HIGROMÉTRICOS E A RELAÇÃO COM GEOMETRIA DOS AMBIENTES NA CIDADE DE PELOTAS, RS, BRASIL

E. Collischonn<sup>(a)</sup>, C. V. O. Ferreira<sup>(b)</sup>, R. S. da Silveira<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/ICH, Universidade Federal de Pelotas  
ecollischonn@gmail.com

<sup>(b)</sup> Curso de Geografia/ICH, Universidade Federal de Pelotas  
jaroutable@gmail.com

<sup>(c)</sup> Curso de Geografia/ICH, Universidade Federal de Pelotas  
rsnsantosdasilveira@gmail.com

### Resumo

O clima urbano é resultado de diversos fatores, entre eles o fator de visão do céu (FVC). Este artigo apresenta, inicialmente, o FVC em dez postos de coleta de temperatura e umidade do ar na cidade de Pelotas-RS e, na sequência, um estudo comparativo do comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar dos mesmos. Foram seis períodos de registro entre 2014 e 2015. Cada ponto de coleta contava com coletor eletrônico de dados, disposto dentro de um abrigo fixo a um tripé, que registrou dados de 30' em 30'. Os resultados mostram relação entre o microclima e o FVC. Nos levantamentos considerados os registros nos locais de maior obstrução foram em mais de 70% das vezes superiores à média. As áreas menos obstruídas foram as que apresentaram temperaturas abaixo da média. Os locais mais frios também apresentaram umidade relativa do ar mais alta que a média.

**Palavras-chave:** Cidade, Fator de visão do céu, Temperatura e umidade do ar.

### 1. Introdução

Os centros urbanos no Brasil tendem a crescer a revelia do planejado, ainda assim, nas áreas mais consolidadas, a volumetria, o tráfego e a cobertura do solo, dependem das funções previstas para cada área da cidade. Assim, diferenças estruturais e culturais juntamente com os atributos do sítio urbano, influenciam diretamente na possível ocorrência de microclimas dentro de um mesmo espaço intra-urbano, gerando, portanto, “ilhas de calor” e “ilhas de frescor” e fazendo com que estudos sejam necessários para melhor avaliar e reconhecer o comportamento das variáveis do clima em determinado local ao longo do ano.

A rugosidade criada por uma grande cidade, como demonstrou Oke (1987), pode ter efeitos muito além dos tetos dos mais altos edifícios. No presente estudo, porém, se avalia somente o efeito no dossel urbano, ou seja, no espaço compreendido entre o solo e os telhados dos edifícios. Nesta camada, o vento, a temperatura e a umidade do ar podem sofrer mudanças significativas mesmo em locais muito próximas, formando-se uma trama complexa de microclimas diferenciados devido ao traçado e largura da rede viária, os usos do solo, os

materiais do pavimento e dos edifícios, assim como as diferentes alturas e orientações tanto das edificações como das vias.

Uma das análises mais difíceis em climatologia é a modelagem dos processos de transferência de energia no meio intra-urbano. A ilha de calor urbana, anteriormente citada, é resultado das ações de diversas variáveis, dentre elas, a geometria das estruturas urbanas que modificam o horizonte visível e os fluxos de radiação recebidos. Segundo Oke (2006), as construções urbanas, pela sua geometria, favorecem a maior absorção de onda curta e contribuem para a diminuição da perda líquida de radiação de onda longa, devido à redução do horizonte local.

Uma forma de avaliar o efeito da geometria urbana pode ser obtida pelo Fator de Visão do Céu (FVC) (Swenson, 2004; Hämmerle *et al.*, 2011). O valor do FVC varia de 0 (zero) a 1, sendo o valor 1 correspondente a uma área sem qualquer obstáculo que se interponha entre o ponto escolhido e o céu. Diferentes FVC significam diferentes balanços de radiação e, consequentemente, diferentes armazenamentos de energia. Um local com FVC igual a 1 (sem nenhuma obstrução) sob condições de céu claro, recebe radiação de onda curta durante o dia todo e emite radiação de onda longa à noite. Já um ambiente mais obstruído, normalmente, recebe menos radiação de onda curta diretamente, mas pode recebê-la por reflexão de paredes ou outras estruturas, além de estar suscetível a radiações adicionais de ondas longas provenientes destas superfícies. Assim pode se aquecer mais e, principalmente, prolongar o período de emissão à noite.

Um estudo posto em prática nos anos 1980 em cidades de pequeno e médio porte próximas a Tóquio no Japão (35° 40' N) por Yamashita *et. al* (apud Minella *et. al*, 2011, p. 124), buscou relacionar as ilhas de calor com o tamanho das cidades, realizando medições em todas as épocas do ano, tanto no período diurno como no período noturno. Nas cinco cidades monitoradas foram verificadas diferenças de temperatura do ar entre as áreas mais adensadas e menos adensadas, sendo o FVC considerado um indicador fundamental para expressar os efeitos da urbanização sobre a intensidade da ilha de calor.

Neste artigo apresentamos uma avaliação similar que estamos realizando, com apoio financeiro do CNPq, na cidade de Pelotas, no sul do Brasil. Primeiramente, caracterizamos os pontos de coleta, conforme metodologia explicitada em trabalho anterior (Collischonn *et al* 2015) e, posteriormente, expomos a análise dos dados de três períodos de registro contínuo no ano de 2014 e três períodos no ano de 2015.

## **2. Caracterização da área de estudo**

Pelotas é uma cidade média, com 318.872 habitantes (estimativa IBGE, 2015) localizada a 31° 48'S e 52°19'W, às margens do Canal São Gonçalo, curso que liga a Lagoa Mirim a Laguna

dos Patos no estado Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). A cidade se encontra a menos de 50 km do Oceano Atlântico, o que define a regularidade dos ventos e a alta umidade do ar durante o ano todo. Em Pelotas o clima é controlado, principalmente, pela atuação das massas Polar Atlântica (mPa) e Tropical do Atlântico (mTa), com verões quentes (22,9°C) e invernos frescos (13,2°C), como indicam as normais climatológicas da Estação Agroclimatológica de Pelotas (31°52'S, 52°21'W, 13,2m). Como a altimetria na área de estudo varia entre dois metros, nas margens do Canal São Gonçalo, e vinte metros, a altitude não pode ser considerado um controle essencial na definição de diferenciações climáticas intraurbanas. Também não é relevante o efeito de orientação de vertentes, fundamental na maior ou menor recepção da radiação, nem o de canalização físico-natural de vento, ainda que existam no contexto da cidade alguns baixios que podem se tornar áreas de acúmulo de ar frio, em dias sem vento no inverno.

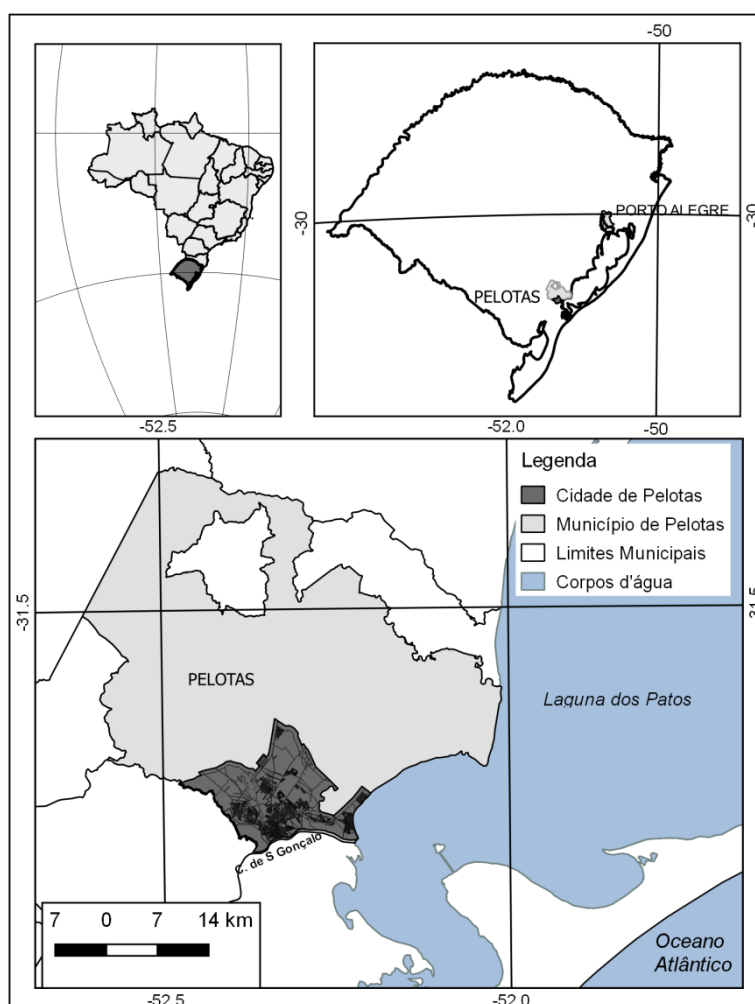


Figura 1 - Localização da cidade de Pelotas, RS, Brasil.

### 3. Procedimentos metodológicos

Em Pelotas, durante os anos de 2014 e 2015, foram instalados termo-higrômetros de registro contínuo, por períodos de 15 a 21 dias, intercalados por períodos sem registro, em dez

ambientes distintos na área urbana, desde a beira do canal de São Gonçalo até os bairros residenciais mais periféricos, passando pela área de uso mais intenso no centro da cidade.

A escolha dos locais de registro de temperatura e umidade do ar na cidade de Pelotas foi realizada com base naquilo que se assume perceptível através da simples observação cotidiana, isto é, estabeleceram-se as localidades em pontos dispersos, que permitissem expressar as especificidades existentes na cidade de Pelotas para a avaliação de seu efeito sobre as trocas térmicas, contudo, também o fator segurança nos locais foi levado em conta. A Figura 2 apresenta a localização de cada um dos abrigos contendo o instrumento registrador de temperatura e umidade, a Figura 3 traz as fotografias de cada um deles, para caracterização da área em que se encontram conforme a numeração.

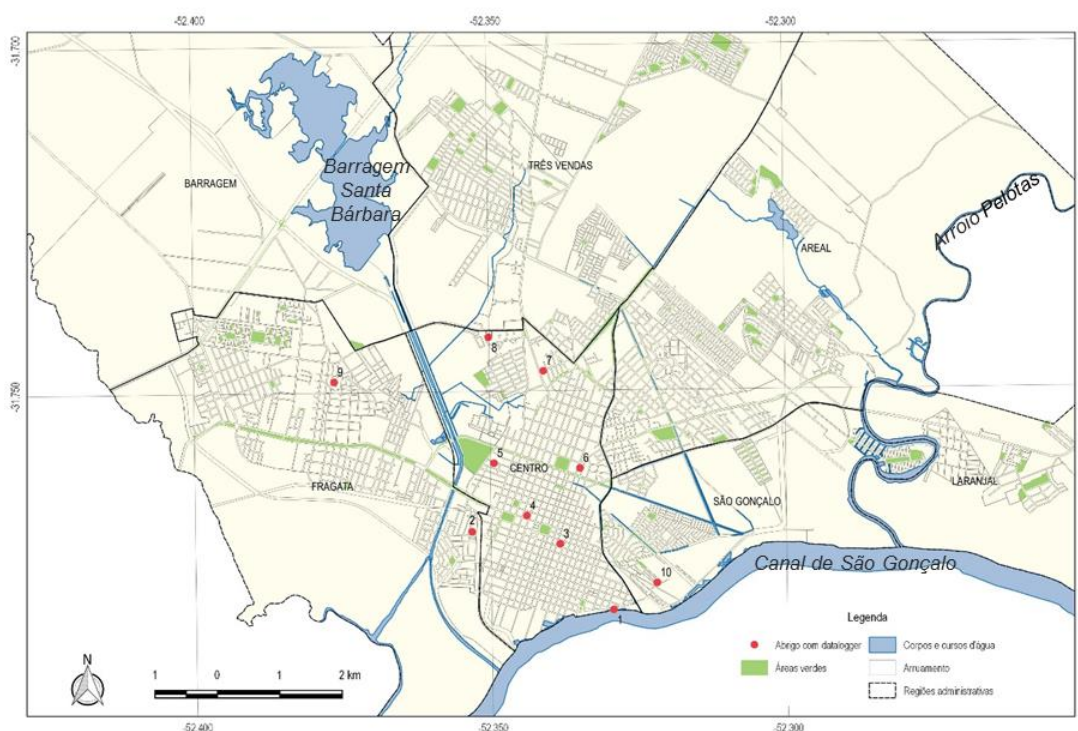


Figura 2 - Distribuição dos mini abrigos na cidade de Pelotas - RS

Os instrumentos registradores de temperatura e umidade relativa do ar (datalogger - Onset U23001) foram dispostos nos mini abrigos (Figura 3) já programados para que os dados fossem automaticamente armazenados a cada 30 minutos. Neste trabalho apresentamos somente as estatísticas mais gerais (% dos registros maiores ou menores do que a média dos 10 valores para cada momento), referentes aos dados de três campanhas de levantamento.

Com o auxílio de um aplicativo específico disponibilizado pelo Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Gotemburgo, foi realizado ainda o cálculo do FVC de cada um desses locais de coleta. Para avaliar com mais propriedade esta quantificação apresentamos também a

silhueta de obstrução do horizonte dos pontos de coleta com a trajetória do sol no céu em diferentes épocas do ano.



Figura 3 - Fotografias dos 10 mini abrigos meteorológicos com numeração correspondente.

No intuito de compreender melhor como a urbanização está interferindo na chegada e saída de energia em cada local de coleta de dados, neste artigo apresentamos a relação entre os locais que apresentaram maior e menor fator de obstrução e o comportamento termo higrométrico médio dos mesmos, nos levantamentos realizados.

#### 4. Resultados

Com base nos resultados para os dez pontos de coleta na cidade de Pelotas, definimos três classes de obstrução (Tabela 1), sendo estas: locais com alta obstrução, apresentando FVC entre 0 e 0,400; locais com obstrução moderada, que possuem FVC no intervalo entre 0,401 a 0,700; e, por fim, locais de baixa obstrução aqueles com FVC na faixa de 0,701 a 1.

Tabela 1 - Resultados calculados de fator de visão do céu das estações de registro.

Estação	Obstrução Alta			Obstrução Moderada					Obstrução Baixa	
	4	3	1	2	10	7	5	6	8	9
<b>FVC</b>	0,339	0,385	0,399	0,433	0,562	0,659	0,678	0,682	0,842	0,864

Para avaliar com mais propriedade esta quantificação apresentamos a silhueta de obstrução do horizonte das mesmas estações com a trajetória do sol no céu em diferentes épocas do ano (Figura 4). Na latitude 31,75°S já é fundamental considerar em que direção o horizonte está



obstruído, porque os raios solares nesta latitude voltam-se mais para o horizonte norte e, no solstício de inverno, apresentam um ângulo de no máximo  $34,75^\circ$ . Assim, um horizonte norte obstruído afeta muito mais a chegada de energia solar do que um horizonte sul obstruído.

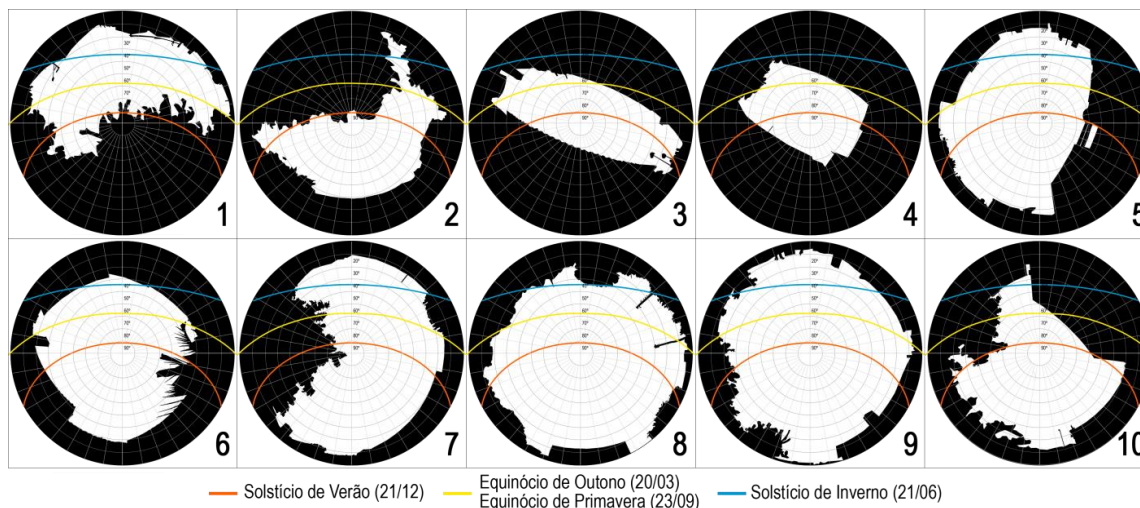


Figura 5 – Gráfico de obstrução de cada uma das estações com a trajetória do sol no céu por época do ano.

As estações 3 e 4, que na tabela 1 estão na classe alta obstrução, apresentam uma configuração similar na Figura 5. No inverno, os mini abrigos destas estações estão à sombra durante todo o dia, na primavera e outono recebem insolação no final da manhã e à tarde e, no verão, a estação 3 já recebe radiação solar direta desde cedo, enquanto a 4 só vai recebê-la no meio da manhã. Já a estação 1, que também apresentou alta obstrução tem uma configuração diferente, a entrada de radiação no inverno e primavera é menos obstruída e no verão é obstruída nas primeiras horas da manhã (contabiliza significativamente para esta obstrução uma árvore, com certeza mais translúcida).

Sabe-se que a obstrução por vegetação pode apresentar comportamentos diversos ao longo do ano. Este é o caso na estação 2, que apresentou média obstrução (tabela 1) por uma árvore caducifolia. Caso similar é o da estação 7, na qual também há uma árvore que foi cortada durante nosso período de coleta. As estações 5 e 10 de mediana obstrução apresentam uma configuração similar na silhueta da obstrução. Na 5, há um prédio com uma parede branca a E-SE que obstrui a chegada de radiação pela manhã, mas à tarde acaba refletindo para a superfície a radiação que sobre ele incide; enquanto na 10, há um prédio a NE de cor clara que provoca reflexo da radiação à tarde. Os pontos 8 e 9 são os menos obstruídos o que propicia a entrada e saída de radiação com mais facilidade.

Para avaliar o efeito do fator de visão do céu sobre a temperatura e a umidade do ar tomamos como referência seis levantamentos de campo de temperatura e umidade relativa do ar

realizados: em 2014, levantamento 1- um no inverno/primavera (27/08 a 09/09), levantamento 2 - na primavera (02/11a16/11), 3 no verão (02/12 a 16/12); em 2015, levantamento 4- no verão/outono (24/02 a 17/03), levantamento 5- no outono (14/05 a 31/05) e o último, levantamento 6 – no inverno (16/06 a 03/07).

Na tabela 2 apresentamos somente os resultados globais referentes aos registros de cada um dos levantamentos de dados, numerados de 1 a 10, em conformidade com o a localização de cada mini abrigo, ainda não discriminados por tipo de tempo e momento do dia. Os dados organizados em planilha permitiram a obtenção da média de cada momento de registro para os 10 instrumentos. Com base nesta média, foi realizada uma avaliação percentual dos registros de cada um dos mini abrigos em relação a esta média que está mostrada na tabela 2.

O primeiro levantamento ocorreu entre a 0 hora do dia 27/08/2014 e as 24h do dia 10/09/2014, totalizando 673 registros por instrumento. A tabela 2 compara percentualmente os registros de temperatura e umidade relativa do ar de cada instrumento em relação à média dos registros no mesmo momento. Foram ao todo 673 registros por instrumento entre a 0 hora do dia 27/08/2014 e as 24h do dia 10/09/2014, portanto no inverno.

Os instrumentos 4 e 5, apresentaram mais de 85% dos valores de temperatura superiores a média. O instrumento 3 apresentou mais de 68% dos valores superiores a média, e os instrumentos 6 apresentaram ainda percentual ligeiramente acima da média. Os instrumentos 2 e 7 foram o que apresentaram os valores mais próximos a média. Os instrumentos 8 e 10 foram aqueles que apresentaram mais de 80% dos registros de temperatura inferiores a media, e ainda registraram índice superior a média os instrumentos 1 e 9, com 72% dos dados. O comportamento dos dados de umidade relativa acompanha de certa forma os dados de temperatura. Nos instrumentos 8 e 10, onde a temperatura registrada sempre esteve muito abaixo da média, a umidade também esteve muito acima da média com mais de 90% dos valores superior a média. Seguem ainda com altos percentuais de umidade acima da média, os instrumentos 1 e 9. Onde a temperatura foi sempre muito superior a média, os registros de umidade, também foram em 95% inferiores a média.

Tabela 2 - Porcentagem dos valores registrados a cada 30 minutos em relação à média, para cada um dos abrigos meteorológicos.

Levantamento 1 (27/08/14 - 09/09/14)										
	Instrumentos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T > Média	28	49	68	89	86	57	51	15	28	19
T < Média	72	51	32	11	14	43	49	85	72	81
UR > Média	74	44	33	5	14	50	40	90	60	95
UR < Média	26	56	67	95	86	50	60	10	40	5

Levantamento 2 (02/11/14 - 16/11/14)										
	Instrumentos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T > Média	40	21	89	92	77	63	33	18	13	30
T < Média	60	79	11	8	23	37	67	82	87	70
UR > Média	74	77	9	4	26	15	40	94	80	86
UR < Média	26	23	91	96	74	85	60	6	20	14

Levantamento 3 (02/12/14 - 16/12/14)										
	Instrumentos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T > Média	25	18	85	94	73	60	39	20	20	39
T < Média	75	82	15	6	27	40	61	80	80	61
UR > Média	83	82	8	5	17	29	40	92	72	77
UR < Média	17	18	92	95	83	71	60	8	28	23

Levantamento 4 (24/02/15 - 17/03/15)										
	Instrumentos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T > Média	35	12	90	97	91	77	53	14	13	20
T < Média	65	88	10	3	9	23	47	86	87	80
UR > Média	83	81	3	1	10	18	39	89	74	94
UR < Média	17	19	97	99	90	82	61	11	26	6

Levantamento 5 (14/05/15 - 31/05/15)										
	Instrumentos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T > Média	46	27	70	86	91	72	75	12	22	11
T < Média	54	73	30	14	9	28	25	88	78	89
UR > Média	68	65	34	16	9	31	20	91	63	95
UR < Média	32	35	66	84	91	69	80	9	37	5

Levantamento 6 (16/06/15 - 03/07/15)										
	Instrumentos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T > Média	50	37	61	81	77	78	80	17	35	13
T < Média	50	63	39	19	23	22	20	83	65	87
UR > Média	64	68	46	15	19	25	6	93	66	91
UR < Média	36	32	54	85	81	75	94	7	34	9

T > Média		80% - 100%		60% - 79%
T < Média		80% - 100%		60% - 79%
UR > Média		80% - 100%		60% - 79%
UR < Média		80% - 100%		60% - 79%

O segundo levantamento ocorreu entre a 0 hora do dia 02/11/2014 e as 23h 30min do dia 16/11/2014, totalizando 720 registros por instrumento. O instrumentos 3 e 4, apresentaram mais

de 85% dos valores de temperatura superiores a média. O instrumento 5 apresentou 77% dos valores superiores a média, e o instrumento 6 apresentou também percentual ligeiramente acima da média. Os instrumentos 8 e 9 foram aqueles que apresentaram mais de 80% dos registros de temperatura inferiores a média, os instrumentos 2 e 10 tiveram entre 70 e 80% dos registros abaixo da média e ainda registraram maior incidência de temperaturas inferiores a média os instrumentos 1 e 7, entre 60% e 70% dos dados. O comportamento dos dados de umidade relativa acompanha de certa forma os dados de temperatura. Nos instrumentos 8 e 10, onde a temperatura registrada sempre esteve muito abaixo da média, a umidade também esteve muito acima da média com mais de 90% dos valores superior a média. Seguem ainda com altos percentuais de umidade acima da média, os instrumentos 1 e 9. Onde a temperatura foi sempre muito superior a média, os registros de umidade, também foram em 95% inferiores à média.

O terceiro levantamento ocorreu por um período de 15 dias, entre a 0 hora do dia 02/12/2014 e as 18h 00min do dia 16/12/2014, num total de 709 registros por instrumento. Os instrumentos 3 e 4, os de maior obstrução do horizonte, apresentaram mais de 84% dos valores de temperatura superiores a média. O instrumento 5 apresentou 69% dos valores superiores a média, e o instrumento 6 apresentou também percentual ligeiramente acima da média. O instrumento 2 foi aquele que apresentou 80% dos registros de temperatura inferiores a média, os instrumentos 8 e 9 tiveram 78% dos registros abaixo da média e, ainda, o instrumento 10, registrou maior incidência de temperatura inferior a média, com 62% dos dados. O comportamento dos dados de umidade relativa acompanha de certa forma os dados de temperatura. Nos instrumentos 2 e 8, onde a temperatura registrada sempre esteve muito abaixo da média, a umidade também esteve muito acima da média com mais de 83% dos valores superior a média. Seguem ainda com altos percentuais de umidade abaixo da média, os instrumentos 3 e 4. Nestes instrumentos nos quais a temperatura foi sempre muito superior a média, os registros de umidade, também foram em 94% inferiores a média.

O quarto levantamento foi o mais longo, de 24/02 a 17/03/2015, com 1059 registros por instrumento. Os instrumentos 3, 4 e 5 apresentaram mais de 90% dos valores de temperatura superiores à média. O instrumento 6 apresentou 77% dos valores superiores à média, e o instrumento 7 apresentou também percentual ligeiramente acima da média. Os instrumentos 2, 8, 9 e 10 foram aqueles que apresentaram entre 80% e 90% dos registros de temperatura inferiores à média e o instrumento 1 alcançou 65% dos registros abaixo da média. O comportamento dos dados de umidade relativa acompanha de certa forma os dados de temperatura. Nos instrumentos 3, 4 e 5, onde a temperatura registrada sempre esteve muito acima da média, a umidade esteve muito abaixo da média com mais de 89% dos valores. Seguem com altos percentuais de umidade acima da média, os instrumentos 1, 2, 8 e 10.

O quinto levantamento, ocorreu de 14 a 31 de maio de 2015, totalizando 863 registros por instrumento. Os instrumentos 4 e 5 apresentaram mais de 80% dos valores de temperatura superiores à média. Os instrumentos 3,6 e 7 apresentaram entre 70% e 75% dos valores superiores à média, e o instrumento 1 apresentou também percentual ligeiramente acima da média. Os instrumentos 8, 9 e 10 foram aqueles que apresentaram entre 78% e 89% dos registros de temperatura inferiores à média, os instrumentos 1 e 2 alcançaram 54% e 73% dos registros abaixo da média e ainda registrou maior incidência de temperatura inferior à média. Quanto à umidade relativa, nos instrumentos 8, 9 e 10, onde a temperatura registrada sempre esteve muito abaixo da média, a umidade também esteve acima da média com mais de 90% dos valores superior à média. Seguem ainda com altos percentuais de umidade abaixo da média, os instrumentos 4 e 5. Nos dois instrumentos nos quais a temperatura foi sempre muito superior à média, os registros de umidade, também foram em 84% a 90% inferiores à média.

Por fim, o sexto levantamento ocorreu no inverno de 2015 (de 16/06 a 03/07), totalizando 864 registros por instrumento. O instrumento 3 não pode ser considerado válido porque foi arbitrariamente deslocado durante o período de coleta. Quatro instrumentos que apresentaram mais de 80% dos valores de temperatura superiores à média foram o 4, o 5, o 6 e o 7, já o instrumento 2 apresentou um percentual ligeiramente acima da média. Os instrumentos 1,8 e 10 foram aqueles que apresentaram mais de 80% dos registros de temperatura inferiores à média, já os instrumentos 2 e 9 apresentaram 60% e 61% dos registros abaixo da média. O comportamento dos dados de umidade relativa acompanha de certa forma os dados de temperatura. Nos instrumentos 1,2 e 10, onde a temperatura registrada sempre esteve muito abaixo da média, a umidade também esteve muito acima da média com mais de 90% dos valores superior à média. Seguem ainda com altos percentuais de umidade acima da média, o instrumento 8 com 86% e o instrumento 9 com 54%. Onde a temperatura foi sempre muito superior à média, os registros de umidade, também foram entre 80% a 96% inferiores à média.

#### **4. Conclusão e considerações finais**

Nos levantamentos de dados realizados no inverno, primavera e verão de 2014 na cidade de Pelotas, os registros de temperatura na área central, mais intensamente urbanizada e de maior obstrução do horizonte, foram em mais de 70% das vezes superiores à média. O local que apresentou a maior percentagem de registros acima da média foi o pátio de uma farmácia no centro da cidade (ponto 4) também o de maior FVC. As áreas menos aquecidas também se encontraram no interior da cidade, porém próximas a áreas verdes. Os pontos de coleta 8 e 9 que apresentaram um maior FV foram os que apresentaram os maiores percentuais de temperatura abaixo da média nos levantamentos de primavera. Os locais mais frios que a média também foram os de umidade relativa do ar mais alta que a média. O instrumento registrador junto ao

canal de São Gonçalo apresentou temperaturas abaixo da média, em mais de 70% dos registros, porém não foi nem o mais frio, nem o mais úmido. Portanto, constata-se o efeito do Canal de São Gonçalo como regulador térmico, pois o instrumento de coleta de número 1, localizado às margens deste, em média mostrou valores próximos à média. Experienciamos, porém, no inverno, que neste ponto a sensação térmica era de temperatura bem mais baixa devido ao efeito do vento.

Assim a principal conclusão deste artigo pode ser resumida como segue: há uma relação significativa entre o FVC e a temperatura do ar que se verifica não somente nas noites calmas e claras, mas na média térmica do total de dados observados. Isso parece indicar que em Pelotas, assim como foi verificado em cidades de pequeno e médio porte em outros países, o FVC é um referente fundamental para expressar os efeitos da urbanização sobre a intensidade da ilha de calor.

Para melhor compreender melhor os momentos em que as diferenças entre os registros dos 10 pontos de coleta são maiores ou menores realizaremos, na continuidade do trabalho, uma avaliação considerando o período do dia e também o tipo de tempo relacionado à circulação atmosférica regional. Para isso, concomitantemente aos registros serão utilizados como base os dados da estação meteorológica de referência (pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, temperatura, umidade relativa do ar e radiação) e, ainda, dados de cartas e análises sinóticas.

## 5. Bibliografia

- Collischonn, E.; Ferreira, C. V. O; Silveira, R. S. (2015). O fator de visão do céu e sua influência sobre as características térmico-higrométricas intraurbanas em Pelotas/RS, Brasil, *Geographia Meridionalis*, 1(1), 160-178.
- Hämmerle, M.; Gál,T; Junger, J; Matzarakis, A. (2011) Introducing a script for calculating the sky view factor used for urban climate investigations. *Acta Climatologica et Chorologica*, n. 44-45, 83-92.
- Hasenack, H. (1989) *Influência de variáveis ambientais sobre a temperatura do ar na área urbana de Porto Alegre, RS*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências- Curso de Pós-Graduação em Ecologia.
- Lindberg, F., Holmer, B. (2010) *Sky View Factor Calculator - User Manual - Version 1.1*. Göteborg Urban Climate Group - Department of Earth Sciences - University of Gothenburg.
- Minella, F. C. O.; Rossi, F. A.; Krüger, E. L. (2011). Análise do efeito diurno do fator de visão do céu no microclima e nos níveis de conforto térmico em ruas de pedestres em Curitiba. *Ambiente Construído*, 11(1), 123-143.
- Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates*. London: Methuen.
- Oke, T.R.(2006) Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites. *IOM Report No.81*, WMO/TD. No. 1250. World Meteorological Organization, Geneva.
- Swenson, M. K. (2004) Sky view factor analysis – implications for urban air temperature differences. *Meteorological Applications*, 11 (3), 201–211.



# **CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA DO AR A PARTIR DE TRANSECTOS MÓVEIS NA CIDADE DE UBATUBA-SP, BRASIL: A INFLUÊNCIA DAS BRISAS MARÍTIMAS E TERRESTRES NO DESLOCAMENTO DA ILHA DE CALOR URBANA**

W. P. Gomes<sup>(a)</sup>, M. C. de C. T. Amorim<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Brasil  
wpg\_ubatuba@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Brasil  
mccta@fct.unesp.br

## **Resumo**

Este trabalho tem como objetivo analisar as características da temperatura do ar e a influência das brisas marítimas e terrestres no deslocamento da ilha de calor na cidade de Ubatuba, localizada no litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. Para a verificação da temperatura do ar realizaram-se medidas em transectos móveis nos percursos sul-norte e oeste-leste às 9h, 15h e 21h nos dias 11, 18 e 27 de novembro de 2015. Os dados de direção e velocidade do vento também foram coletados nos mesmos dias e horários dos transectos. Os resultados mostraram que as ilhas de calor atingiram fortes magnitudes chegando a 5,4°C e que a direção e velocidade do vento, dinamizados pelas brisas marítimas (dia) e terrestres (noite), são os principais fatores que interferem no deslocamento da ilha de calor urbana na cidade litorânea.

**Palavras chave:** Ilha de calor, Transectos móveis, Brisa Marítima, Brisa Terrestre, Ubatuba, Brasil.

## **1. Introdução**

A expansão territorial urbana é caracterizada pelo aumento das áreas edificadas e pavimentadas que geram inércia térmica e a produção de calor. A cidade gera um clima próprio (clima urbano), resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a superfície urbana e que agem no sentido de alterar o clima na escala local, sobretudo, do ponto de vista térmico, com a formação de ilhas de calor (Amorim, 2005; Monteiro, 1976; Oke, 1987).

As ilhas de calor não causam apenas desconforto térmico em ambientes de clima tropical, mas são responsáveis também, pelo aumento da demanda por energia e por ambientes urbanos insalubres que afetam a saúde humana (Amorim, 2009).

De acordo com Gartland (2010), pessoas submetidas a essa situação por longos períodos, sobretudo, as que fazem parte de grupos de riscos (idosos, crianças, mulheres grávidas, cardíacos, asmáticos, etc.), podem ter problemas dos mais simples aos mais graves, tais como, irritabilidade, desconcentração, inapetência, desidratação, câibras, desmaios, exaustão pelo calor até a morte.



Segundo Oke (1987), as ilhas de calor urbanas podem ser diferenciadas em três tipos: 1 – a ilha de calor superficial diagnosticada por meio do sensoriamento remoto; 2 – a ilha de calor atmosférica inferior (*urban canopy layer*), compreendida entre o nível do solo e o nível médio dos telhados; 3 - a ilha de calor da atmosfera urbana superior (*urban boundary layer*).

A característica mais significativa da ilha de calor é sua intensidade, entendida como a diferença entre o máximo da temperatura urbana e o mínimo da temperatura rural (Oke, 1987).

García (1996), classifica as ilhas de calor de fraca magnitude quando as diferenças térmicas entre os pontos mais quentes e mais frios variam de 0°C a 2°C, média magnitude quando variam de 2°C a 4°C, forte magnitude quando variam de 4°C a 6°C e de muito forte quando superiores a 6°C.

As ilhas de calor surgem, portanto, através da diferença existente entre o balanço energético urbano e rural, além, das diferenças intraurbanas existentes. A ilha de calor pode ser definida, como uma anomalia térmica positiva, sendo possível, dimensioná-la horizontalmente, verticalmente e temporalmente. Sua amplitude e intensidade estão relacionadas com o processo de urbanização, morfologia urbana, tamanho da cidade, características do uso e ocupação da terra e, também, relacionadas aos fatores naturais, como, relevo, presença de superfícies com vegetação e água, para além da dinâmica atmosférica e situação sinótica (Ugeda Junior, 2011).

Neste caso, considerando-se a carência de estudos sobre o clima urbano, sobretudo, em cidades de pequeno e médio porte em áreas litorâneas no Brasil, e a necessidade de se realizar pesquisas que se referem à dinâmica atmosférica local, foi proposto o estudo das características da temperatura do ar e a influência das brisas marítimas e terrestres no deslocamento da ilha de calor na cidade de Ubatuba.

O município de Ubatuba (Figura 1) está localizado no Litoral Norte do estado de São Paulo, na latitude do Trópico de Capricórnio. Apresenta uma área continental de 723 km<sup>2</sup> (Censo IBGE 2010) e situa-se numa área de transição climática entre os sistemas atmosféricos intra e extratropicais, apresentando maior atuação dos sistemas tropicais e grande atividade frontal.

A área está localizada entre o cume das escarpas cristalinas da Serra do Mar e a linha de costa, possui uma faixa litorânea relativamente estreita que varia de 8 a 16 km de largura e 92 km de extensão.

Segundo Cruz (1990), este trecho do litoral paulista apresenta-se muito recortado, composto por grande número de vertentes alongadas, na sua maioria escarpadas, com fortes amplitudes topográficas entre os topos e o fundo dos vales e com a presença de escarpas festonadas, que em muitos casos, terminam diretamente no oceano.

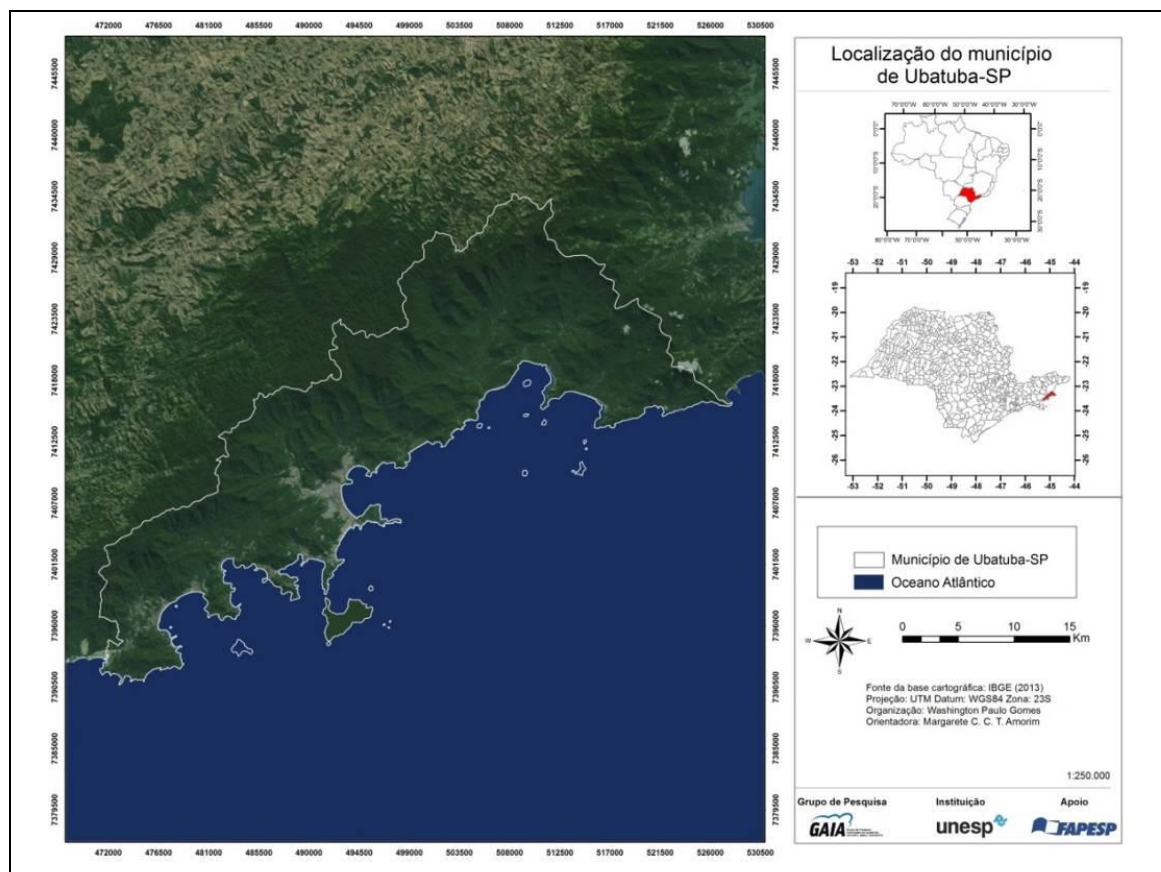


Figura 1 – Localização do município de Ubatuba, São Paulo, Brasil

## 2. Brisa Marítima e Brisa Terrestre

O vento consiste no movimento horizontal do ar, resultante das diferenças de pressão atmosférica entre duas regiões. Na escala local, a pressão atmosférica está relacionada com as diferenças térmicas, assim, as áreas com maior quantidade de energia radiante promovem a ascensão do ar, gerando os centros de baixa pressão. Já as áreas mais frias, promovem a estagnação do ar junto à superfície, formando os centros de alta pressão. Desta forma, o ar tende a se deslocar das áreas de alta pressão para as de baixa pressão, preenchendo o vazio deixado pelo ar mais aquecido que tende a ascender, gerando o deslocamento horizontal do ar até que se estabeleça o equilíbrio barométrico. A velocidade do vento é controlada pelo gradiente de pressão estabelecido entre as duas áreas, sendo que quanto maior for o gradiente, maior será a velocidade do vento (Mendonça, 2007; Ayoade, 2010).

Para Musk (1988), Molina (2004), Dubreuil (2004) e Vemado (2012), as brisas marítimas e terrestres seguem a mesma lógica e trata-se de uma circulação de nível local, com o aquecimento diferencial entre um corpo de água e de terra adjacente. Neste caso, a água, por possuir capacidade térmica maior que o continente, demora mais para aquecer com a mesma quantidade de energia. Deste modo, durante o dia, o continente permanece mais aquecido que a água, e gera aquecimento diferencial do ar em contato com essas superfícies. Esse contraste de

temperatura gera um gradiente de pressão horizontal, com a pressão mais alta sobre a superfície da água, direcionando o fluxo do ar com menor temperatura do oceano para o continente (brisa marítima). No período da noite, o solo perde calor mais rápido do que a água, e assim, o gradiente de pressão se inverte, resultando no deslocamento do ar da superfície terrestre para a aquática, configurando a brisa terrestre.

De acordo com Dubreuil (2004), logo no início do dia, com a presença de um gradiente térmico de aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$  a  $3^{\circ}\text{C}$  entre a superfície do continente e do mar, a circulação da brisa marítima de escala local entra em funcionamento.

Segundo Musk (1988), na madrugada, em condições calmas e sem nuvens, não há gradiente de pressão entre a terra e o mar, e na seção vertical as superfícies isobáricas (de pressão) são horizontais. Conforme o dia segue, o ar sobre a superfície continental se aquece e se expande em relação ao ar sobre o mar, mais frio. Uma vez que a diminuição da densidade do ar com a altura (ou gradiente vertical de pressão) é maior no ar frio do que no ar quente, as superfícies isobáricas inicialmente horizontais se tornam curvas e quando o ar atinge a altura de aproximadamente 1 km, a pressão é mais alta sobre a terra e o ar começa a fluir em direção ao mar nesta altitude (Figura 2a). À noite, temperaturas mais baixas sobre a terra causam a subsidência do ar e divergência em superfície, enquanto que sobre o mar há convergência e fraca ascensão (Figura 2b).

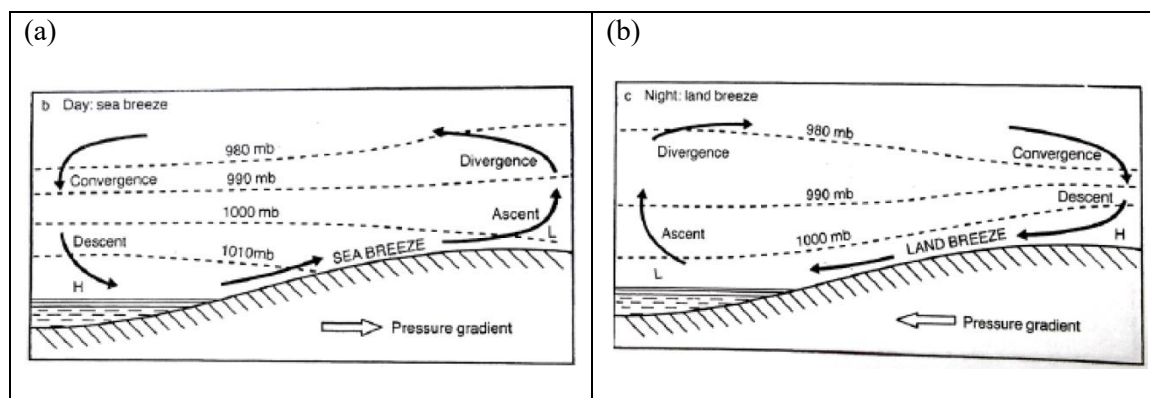


Figura 2 – Distribuição da pressão atmosférica e padrões ascendentes e descendentes associados com o desenvolvimento de brisas marítimas e terrestres. Fonte: Musk (1988).

### 3. Procedimentos metodológicos

A coleta de dados de temperatura do ar foi realizada por meio de medidas itinerantes (transectos móveis).

De acordo com Amorim (2005) a metodologia para a coleta de temperatura do ar consiste na definição de dois transectos, com medidas móveis, utilizando-se de termômetros digitais da marca *Incoterm*, com os sensores presos em haste de madeira com 1,5m de comprimento,

acoplados na lateral de dois veículos que saem da periferia (rural), passando pelo centro, chegando ao extremo oposto da cidade (Figura 3).

Os transectos móveis foram realizados nos períodos da manhã (9h), tarde (15h) e noite (21h), em três episódios, durante os dias 11, 18 e 27 de novembro de 2015. Em todos os casos foram realizados dois trajetos simultâneos, um no sentido sul-norte (70 pontos de registros) e outro no sentido oeste-leste (59 pontos de registros), totalizando 129 pontos de registros de temperatura (Figura 4).



Figura 3 – Métodos e técnicas utilizadas para a realização dos transectos móveis

Devido à particularidade de Ubatuba ser uma cidade litorânea, o percurso realizado no sentido sul-norte priorizou o deslocamento por toda a orla da praia, iniciando na Rodovia BR-101, passando pelas Praias das Toninhas, Grande, Tenório, Itaguá, Centro, Pereque-açu e finalizando no ambiente rural na estrada do Casanga. O percurso oeste-leste teve início nas proximidades da Serra do Mar (horto florestal), passando pela Rodovia Osvaldo Cruz, Avenida Thomaz Galhardo, Centro, Avenida Maria Alves, Avenida Rio Grande do Sul, Avenida Liberdade e finalizando na orla da praia na Avenida Iperoig (Figura 4).

A velocidade média do veículo foi de 20 km/h e a duração da coleta foi de aproximadamente 50 minutos. Os registros das temperaturas do ar foram realizados respeitando o espaçamento de duas quadras e também em alguns pontos de referência específicos na cidade. Desta forma, foi possível levar em consideração os diferentes usos e ocupação da terra, possibilitando maior compreensão da dinâmica climática local.

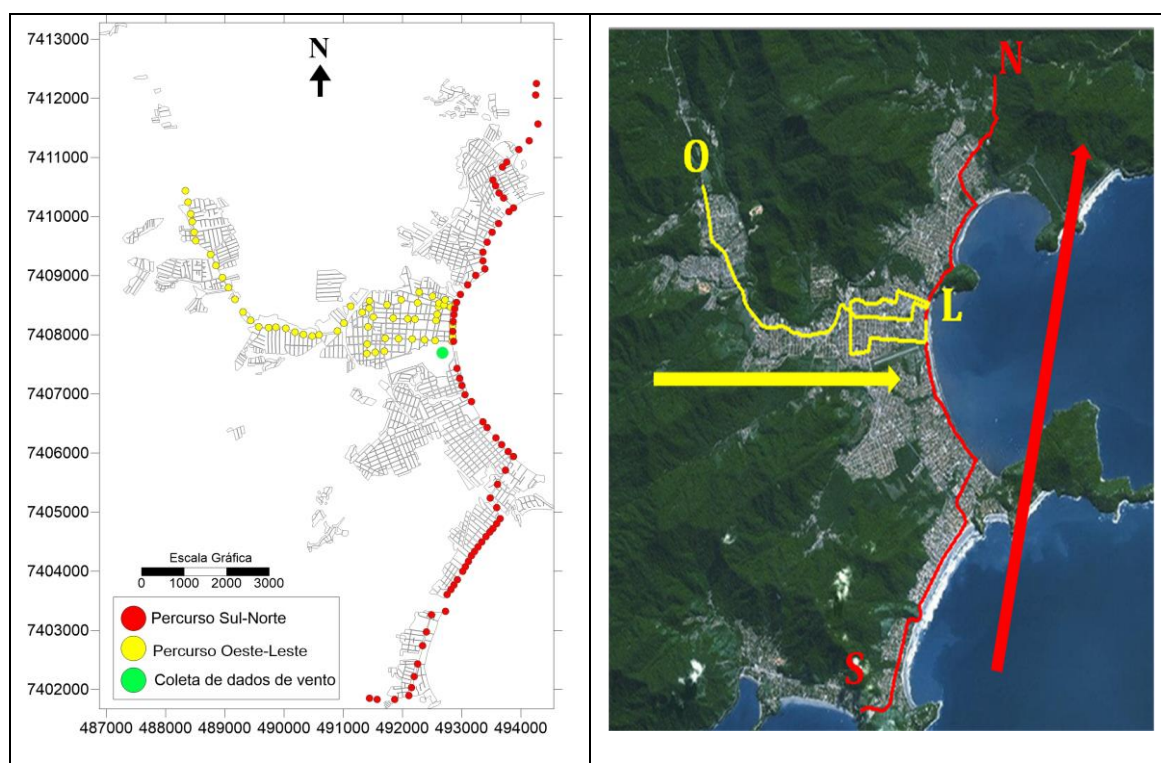


Figura 4 – Delimitação dos percursos realizados nos transectos móveis

Posteriormente, foi realizado o tratamento estatístico dos dados adquiridos pelos transectos móveis. Estes dados foram tabulados em planilhas eletrônicas no aplicativo *Excel*<sup>1</sup>, para a identificação das diferenças de temperaturas entre os pontos e a verificação da intensidade da ilha de calor. Após o cruzamento dos pontos de registro com a planta georreferenciada da cidade foi possível realizar a elaboração das cartas de isotermas por meio do aplicativo *Surfer*<sup>2</sup>.

Os dados de direção e velocidade do vento foram coletados no aeroporto da cidade, nos mesmos dias e horários dos transectos móveis, por meio da utilização do anemômetro digital da marca *Incoterm* (Figura 4). Os dados também foram tabulados e organizados em planilhas eletrônicas e contribuíram para a identificação do deslocamento da ilha de calor urbana.

Por fim, para auxiliar na compreensão e análise das cartas de temperatura do ar, foram utilizadas as cartas sinóticas disponibilizadas pela Marinha do Brasil<sup>3</sup>, as imagens do satélite GOES 13 e os boletins técnicos do CPTEC/INPE<sup>4</sup>, com o intuito de identificar os sistemas atmosféricos atuantes nos dias em que foram realizados os transectos móveis.

<sup>1</sup> Marca registrada da Microsoft Corporation.

<sup>2</sup> Marca registrada da Golden Software.

<sup>3</sup> Disponível em <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>.

<sup>4</sup> Disponível em <[http://tempo.cptec.inpe.br/bol\\_tecnico.shtml](http://tempo.cptec.inpe.br/bol_tecnico.shtml)>.

#### 4. Resultados

Conforme apresentado na tabela I, os transectos foram realizados em três dias e em três períodos (9h, 15h e 21h). De modo geral, as diferenças térmicas (intensidade das ilhas de calor) durante os dias de análise variaram entre 1,9°C e 5,4°C. Segundo Garcia (1996), tais valores geraram ilhas de calor com intensidade de média e forte magnitude.

Tabela I – Diferenças térmicas, direção e velocidade do vento e sistemas atmosféricos atuantes nos dias de registros pelos transectos móveis em novembro de 2015 – Ubatuba, SP, Brasil

Data	Hora	T. máx (°C)	T. mín (°C)	Intensidade das ilhas de calor (°C)	Direção do Vento	Velocidade do Vento (K/h)	Sistemas atmosféricos
11/11/2015	9h	27,9	22,5	5,4	SE	4,5	Massa Tropical Atlântica (mTa)
	15h	29,8	26,0	3,8	L	11,6	
	21h	25,9	23,5	2,4	NO	2,4	
18/11/2015	9h	29,9	25,9	4,0	S	3,4	Massa Polar Tropicalizada (Pt)
	15h	30,8	27,0	3,8	L	7,4	
	21h	25,9	23,4	2,5	NO	1,4	
27/11/2015	9h	28,1	25,1	3,0	L	2,7	Massa Polar Tropicalizada (Pt)
	15h	25,4	23,5	1,9	L	15,4	
	21h	24,4	22,0	2,4	O	1,3	

O primeiro dia de realização dos transectos móveis foi 11 de novembro de 2015. Nesse dia a cidade de Ubatuba esteve sob atuação de uma massa Tropical atlântica (mTa), com temperatura máxima de 29,8°C e mínima de 22,5°C. Houve variação na direção e velocidade do vento em todos os horários registrados.

De acordo com a figura 5, no dia 11 de novembro às 9h (manhã), foi possível observar que as maiores temperaturas ocorreram em alguns pontos isolados do centro da cidade, em uma área densamente construída, com pouca vegetação arbórea e com grande fluxo de pessoas e veículos. Neste caso, pode-se notar que a ilha de calor de forte magnitude com intensidade de 5,4°C surgiu devido às características da morfologia urbana, adensamento e o uso do solo na área central. Os ventos sopravam de Sudeste a uma velocidade de 4,5 K/h. Neste horário não foi possível identificar a influência da brisa marítima no deslocamento da ilha de calor urbana.

No período da tarde (às 15h), a diferença térmica diminuiu para 3,8°C, porém as temperaturas aumentaram (máxima de 29,8°C e a mínima 26°C). Devido ao aumento da temperatura no período da tarde e a amplitude do gradiente térmico (terra-mar), formou-se uma célula convectiva de baixa pressão no continente e os ventos provenientes do oceano (Leste) passaram a soprar com mais intensidade, atingindo a velocidade de 11,6 K/h. Neste caso, de acordo com a carta de isotermas é possível identificar que as áreas mais quentes da cidade foram deslocadas



para as áreas próximas a Serra do Mar (Oeste), ficando nítido a identificação da brisa marítima e sua atuação no deslocamento da ilha de calor urbana para a área rural.

Durante o período da noite (às 21h), houve uma queda nas temperaturas máximas (25,9°C) e mínimas (23,5°C), e a intensidade da ilha de calor foi de 2,4°C. Pode-se notar na carta de isotermas que as áreas mais quentes da cidade se deslocaram para a região Sudeste. Assim, durante a noite, ocorreu o processo inverso, a brisa terrestre. Neste caso, a superfície aquática demorou mais para esfriar e, conseqüentemente, permaneceu mais aquecida, formando uma célula convectiva de baixa pressão no oceano e uma fraca ascensão do ar. Para a ocorrência do equilíbrio barométrico, surgem os movimentos advectivos do ar no sentido Noroeste-Sudeste impulsionados pelas correntes de ar frio que descem as encostas litorâneas. Os ventos registrados foram de 2,4 K/h.

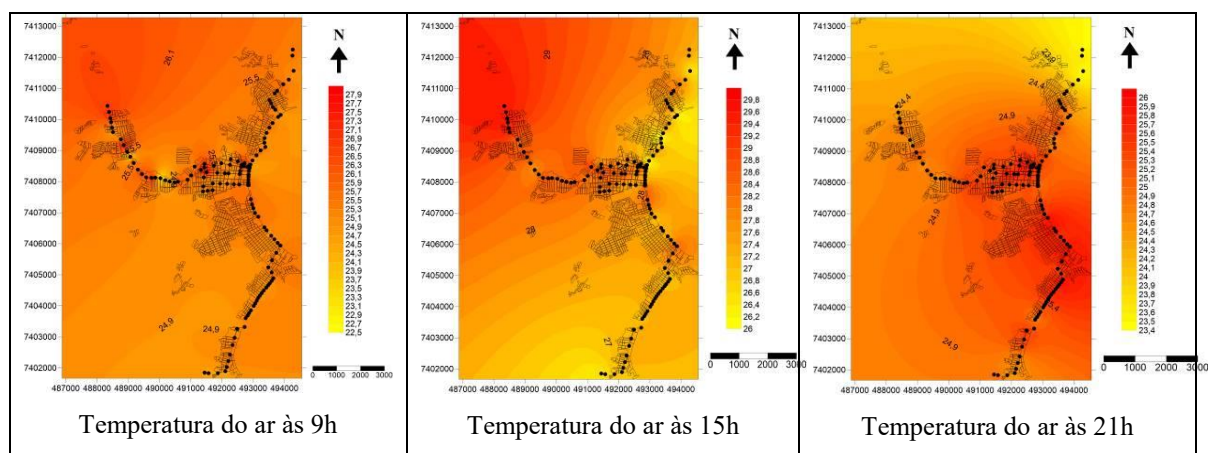


Figura 5 – Características térmicas no dia 11/11/2015

O segundo dia de realização dos transectos móveis foi 18 de novembro de 2015. Nesse dia a cidade de Ubatuba esteve sob atuação de uma massa Polar tropicalizada (Pt), com temperatura máxima de 30,8°C e mínima de 23,4°C. Houve uma variação na direção e velocidade do vento em todos os horários registrados, devido aos resquícios de uma Frente Fria que atuou no dia 16/11/2016 e a linha de instabilidade tropical que esteve presente no dia 17/11/2016.

De modo geral, como pode-se perceber na figura 6, as cartas de isotermas acompanharam o mesmo padrão de evolução do dia 11/11/2015. Ou seja, no período da manhã prevaleceram as temperaturas elevadas no centro da cidade (zona comercial, área densamente construída), atingindo a máxima de 29,9°C e uma diferença térmica de 4°C em relação a zona rural (início do trajeto Sul-Norte). Os ventos sopravam do quadrante Sul devido ao sistema atmosférico atuante (Pt) e em uma velocidade relativamente baixa 3,5 K/h.

No período da tarde, a massa Polar tropicalizada, continuou perdendo suas características de origem e houve o aumento da temperatura máxima para 30,8°C e da mínima para 27°C. A

direção predominante do vento passou para o quadrante Leste e velocidade teve um ligeiro aumento para 7,4 K/h, gerando uma brisa marítima suficiente para deslocar a ilha de calor urbana em direção Oeste.

Durante a noite (21h) as temperaturas máximas e mínimas diminuíram e a intensidade da ilha de calor foi de 2,5°C. Os ventos provenientes do sentido Noroeste-Sudeste a uma velocidade de 1,4 K/h, caracterizando uma suave brisa terrestre, porém suficiente para deslocar o bolsão de ar quente das áreas próximas a Serra do Mar para a orla das praias Grande, Itaguá e Centro.

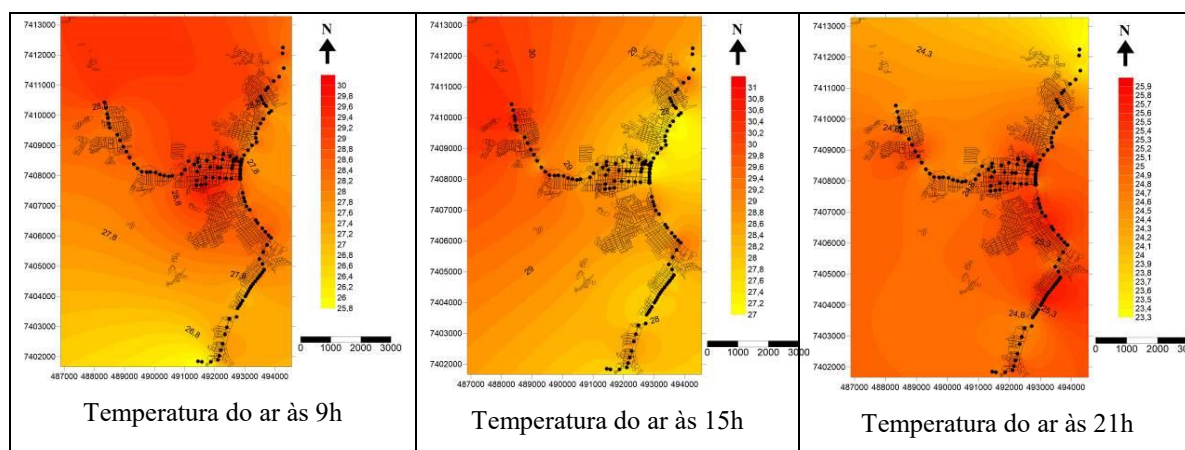


Figura 6 – Características térmicas no dia 18/11/2015

O terceiro e último dia de realização dos transectos móveis foi 27 de novembro de 2015. A cidade esteve novamente sob atuação da massa Polar tropicalizada. As temperaturas variaram pouco, entre os horários analisados e as diferenças térmicas foram de 3°C (9h), 1,9°C (15h) e 2,4°C (21h).

No período da manhã os ventos predominantes foram do quadrante Leste, com velocidade de 2,7 K/h. Neste dia, logo pela manhã, já é possível identificar a formação da brisa marítima e a presença de ilhas de calor relativamente circunscritas, distribuídas por quatro regiões da cidade (Praia Grande, Centro, Ipiranguinha e Pereque-açu).

No período da tarde (15h), as rajadas de ventos estavam bastante fortes chegando a 15,4 K/h, provenientes do quadrante Leste. A brisa marítima, com ventos fortes, auxiliou para espalhar o bolsão de ar quente que estava sobre a cidade, mesmo assim, ainda é possível identificar áreas com 1,9°C a mais de temperatura na área central da cidade.

Durante a noite, a intensidade da ilha de calor foi de 2,4°C e houve uma queda nas temperaturas absolutas para 24,4°C (máxima) e 22°C (mínima). Os ventos provenientes do quadrante Oeste em uma velocidade de 1,3 K/h contribuíram para a formação da brisa terrestre, deslocando o ar mais quente para o sentido Sudeste, atingindo a orla da praia, sobretudo, Praia Grande, Tenório e Itaguá.



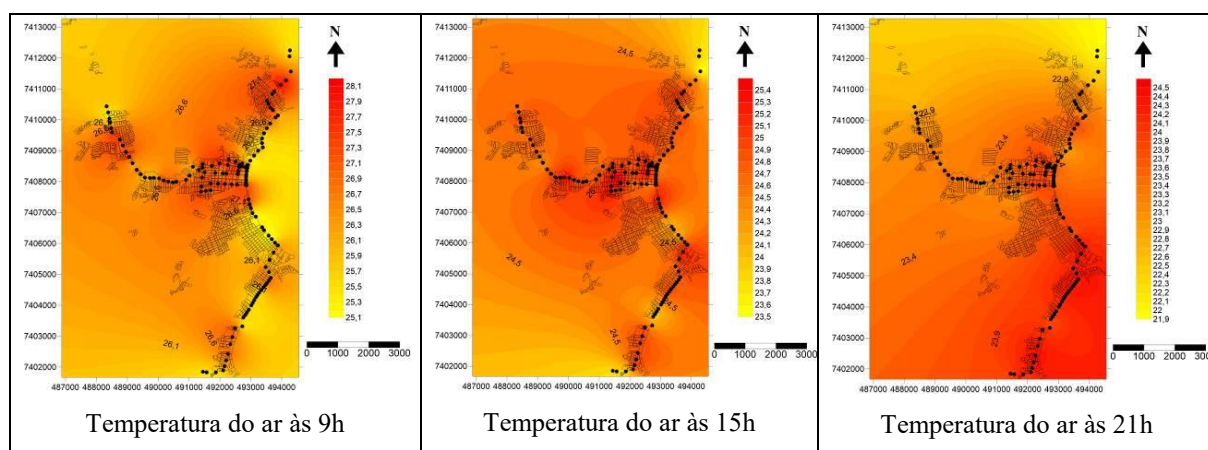


Figura 7 – Características térmicas no dia 27/11/2015

## 5. Considerações finais

As respostas térmicas da malha urbana demonstraram que a urbanização e as características do uso do solo em Ubatuba são responsáveis pela variação local da temperatura do ar gerando ilhas de calor nos bairros densamente construídos e na área central da cidade. Este padrão de distribuição, entretanto, pode se modificar em função da direção e velocidade do vento que desloca estas ilhas de calor para outras áreas da cidade.

Diferentemente do que se verificou em pesquisas realizadas em cidades localizadas no interior do Brasil (Fialho, 2009; Cruz, 2009; Amorim, 2010; Ugeda Junior, 2011; Amorim, 2015; Porangaba, 2015), nas cidades litorâneas o centro da ilha de calor não é bem definido e se desloca de acordo com a direção predominante do vento, sob interferência das brisas. Durante o dia em direção a Serra do Mar (Oeste) influenciado pela dinâmica das brisas marítimas e, durante a noite, ocorre o processo inverso, com deslocamento em direção ao oceano (no sentido Leste), influenciado pela brisa terrestre.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo n. 2015/04784-1, pelo financiamento das atividades de pesquisas.

## 7. Bibliografia

- Amorim, M.C.C.T. (2005). Intensidade e Forma da Ilha de Calor Urbana em Presidente Prudente/SP. *Geosul (UFSC), Florianópolis*, [Online] 20 (39), 65-82. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/13307/12269>. [Acedido em 25 de outubro de 2014].
- Amorim, M. C. C. T. (2010). Climatologia e gestão do espaço urbano. *Mercator, Fortaleza*. [Online], 9, 71-90. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/534/299>. [Acedido em 12 de maio de 2014].

- Amorim, M. C. C. T.; Dubreuil, V.; Cardoso, R. S. (2015). Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP) - BRASIL. *Revista Brasileira de Climatologia*. [Online] 16, 29-45. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/view/40585/25983>. [Acedido em 15 de fevereiro de 2016].
- Amorim, M. C. C. T.; Sant'anna Neto, J. L.; Dubreuil, V. (2009). Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 em cidade tropical. *Revista de Geografia Norte Grande*, [Online] 43, 65-80. Disponível em: <http://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n43/art04.pdf>. [Acedido em 07 de abril de 2016].
- Ayoade, J. O. (2010). *Introdução à climatologia para os trópicos*. 13ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Cruz, O. (1990). Contribuição Geomorfológica ao estudo de escarpas da serra do mar. *Revista Instituto Geológico, São Paulo* [Online] 8 (1), 09-20. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/rig/v8-11n1/v8-11n1a02.pdf>. [Acedido em 12 de junho de 2013].
- Cruz, G. C. F. (2009). *Clima urbano de Ponta Grossa-PR: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira*. Dissertação de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Dubreuil, V.; Damato, F.; Planchon, O; Passos, M. (2004). Contribuição dos dados GOES para a cartografia das frentes da brisa marítima no Nordeste. *Anais VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica Aracaju*, [Online]. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00319261>. [Acedido em 17 de março de 2016].
- Fialho, E. S. (2009). *Ilha de calor em cidade de pequeno porte: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira*. Dissertação de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- García, F. F. (1996). *Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación*. Madrid: Editorial síntesis.
- Gartland, L. (2010). *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Mendonça, F.; Dani-Oliveira, I. M. (2007). *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de textos
- Molina, C. A. (2004). Estimación de la ocurrencia de la brisa marina em Alicante. In: García Codron, J.C.; Diego Liaño, C.; Fdez. de Arróyabe Hernández, P.; Garmendia Pedraja, C.; Rasilla Álvarez, D. (Eds.). (2004). *El Clima entre el Mar y la Montaña. Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, Serie A*, [Online] 4, 21-30. Disponível em: [http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0001\\_PU-SA-IV-2004-C\\_AZORIN.pdf](http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0001_PU-SA-IV-2004-C_AZORIN.pdf). [Acedido em 05 de maio de 2016].
- Monteiro, C. A. de F. (1976). *O clima e a organização do espaço de São Paulo: problemas e perspectivas*. Tese de Livre Docência. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Musk, L. F. (1988). *Weather Systems*. New York: Cambridge University Press.
- Oke T. R. (1987). *Boundary Layer Climates*. Routledge.
- Porangaba, G. F. O. (2015). *O Clima urbano das cidades do interior do Estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã*. Dissertação de Doutorado. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista.
- Ugeda Júnior, J. C. (2011). *Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP*. Dissertação de Doutorado. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista.
- Vemado, F. (2012). *Análise da circulação de brisa marítima e seus impactos sobre a precipitação na Região Metropolitana de São Paulo por meio do modelo ARPS*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo.



# CLIMAS DE KÖPPEN DE CHILE CONTINENTAL ENTRE 1950-2000: AVANCE DEL MEDITERRÁNEO HACIA EL SUR DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO

P. Sarricolea <sup>(a,f)</sup>, M. Herrera O. <sup>(b)</sup>, M. Fuentealba <sup>(c,d)</sup>, Ó. Meseguer-Ruiz <sup>(e,f)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografía/Universidad de Chile/Chile  
psarricolea@uchilefau.cl

<sup>(b)</sup> Departamento de Geología/Universidad de Chile/Chile

<sup>(c)</sup> Laboratorio de Paleoecología y Paleoambiente/Pontificia Universidad Católica/Chile

<sup>(d)</sup> Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB)/Chile

<sup>(e)</sup> Departamento de Ciencias Históricas y Geográficas/Universidad de Tarapacá/Chile

<sup>(f)</sup> Grupo de Climatología/Universidad de Barcelona

## Resumen

La clasificación climática de Köppen Chile continental es un producto de gran interés para la investigación climática y de geografía física en el contexto sudamericano. Para ello se utilizó superficies climáticas y las reglas de clasificación hasta tercer orden. Los resultados indican que los climas de Chile continental son, esencialmente, áridos (B), templados (C) y polares (E), estos últimos por la altitud de la Cordillera de Los Andes. Los climas predominantes son los de tundra de altura (ET) y los climas mediterráneos (Cs). Se concluye que el uso de superficies climáticas permite desarrollar nuevas clasificaciones e índices. Latitudinalmente, los climas de Chile son, áridos al norte debido al desierto de Atacama, y al sur, templados, entre mediterráneos y marítimos de costa occidental. Se aprecia, respecto a otras investigaciones, el avance hacia el sur del clima mediterráneo, en desmenuamiento de los climas marítimos de costa occidental.

**Palabras clave:** Chile; Clasificación climática de Köppen; clima mediterráneo; Desierto de Atacama; superficies climáticas

## 1. Introducción

La clasificación climática ha sido uno de los temas que, tradicionalmente, más interés ha despertado en la Climatología y la Geografía física. De hecho, las clasificaciones climáticas de principios y mediados de siglo XX siguen, hoy en día, muy vigentes (Peel et al., 2007; Rubel & Kottek, 2010).

Conocer cómo los cambios climáticos han afectado la distribución de los tipos de climas ha adquirido importancia ya que es determinante a la hora de planificar el desarrollo de actividades en cualquier región y a cualquier escala espacial. Por ejemplo, cambios en las zonas vitivinícolas, de cultivos o de plantaciones forestales se verán modificadas, y ello se puede deducir de las proyecciones de alguna clasificación climática basada en escenarios futuros.

Entre las diversas clasificaciones climáticas, la desarrollada por Köppen es la más usada, lo cual resulta de su objetividad y simplicidad. Basta con tener series de datos mensuales de

temperaturas medias y precipitación para su obtención, usando reglas basadas en datos cuantitativos. En algunos casos se considera la componente altitudinal, la cual permite matizar los resultados del mosaico espacial. Diversos autores coinciden en su utilidad y eficacia, lo cual es tratado en extenso por Peel et al. (2007), donde se manifiesta que muchos científicos la valoran más allá de su aporte en enseñanza, también en estudios de carácter científico.

La masificación y acceso a bases de datos climáticas de alta calidad, tanto de estaciones meteorológicas como raster, ha permitido que la clasificación de Köppen se esté actualizando en todo el mundo. A escala planetaria destacan los excelentes trabajos de Kottek et al. (2006) y de Rubel & Kottek (2010), en los cuales se usan superficies climáticas de la Climatic Research Unit (CRU) y las proyecciones del IV Informe (AR4) del panel de expertos de cambio climático. Otro ejemplo es la clasificación climática del siglo XX a distintos cortes temporales usando la misma base de la CRU (1901-2005) por Belda et al. (2014). A la misma escala está el trabajo de Peel et al. (2007), que, en base a 4279 estaciones, interpola un mapa de la clasificación de Köppen, al igual que Chen & Chen (2013).

Otros trabajos han automatizado la clasificación para algunos países, como es el caso de Brasil (Sparovek et al., 2007; Alvares et al., 2014).

En Chile, la clasificación de Köppen fue adoptada por Fuenzalida-Villegas (1965) y Fuenzalida-Ponce (1971), sin actualizaciones recientes. Ello ha provocado que se siga utilizando sin ningún cuidado en cuanto a la coherencia de la delimitación cartográfica y la calidad de los datos que dieron origen a dicho resultado, considerando que han transcurrido más de 45 años, y en un contexto de importantes cambios en el clima (IPCC, 2013).

## 2. Metodología

La clasificación climática de Köppen para el territorio chileno se realizó considerando las superficies bioclimáticas de Pliscoff et al. (2014), correspondientes a imágenes raster de resolución de 1x1 km, tanto para variables bioclimáticas (Hutchinson, 1995), como para precipitación y temperatura mensuales del período 1950-2000. Dichas superficies climáticas fueron generadas con el software Anusplin v.4.36 (Hutchinson, 2006; Xu & Hutchinson, 2013), el cual deriva los resultados de variables mensuales de precipitación así como las 19 superficies bioclimáticas descritas por Hutchinson (1995).

Se usaron cinco variables bioclimáticas: BIO1 (temperatura media anual, TMA), BIO5 (temperatura media del mes más cálido, Tmax), BIO6 (temperatura media del mes más frío, Tmin), BIO7 (BIO5-BIO6), BIO12 (precipitación media anual, PMA).

Para establecer la precipitación del mes más seco del año, tanto de verano como de invierno, se usaron los datos mensuales de Pliscoff et al. (2014). Para el número de meses cuya temperatura media es igual o superior a 10°C, se usó la temperatura media mensual.

La clasificación climática de Köppen consiste en una estructura jerárquica de tercer orden. El primer orden agrupa 5 tipos de climas: A (tropicales), B (áridos), C (templados), D (fríos) y E (polares). El segundo criterio de los climas es de carácter pluviométrico, para los climas tropicales se presenta Af (precipitación del mes más seco sobre 60 mm), Am (para sequía monzónica) y Aw (en el caso de climas de Sabana). Para los climas C y D, el segundo orden indica con una “s” estación seca de verano (Cs y Ds), “w” en invierno (Cw y Dw), y “f” para casos sin estación seca (Cf y Df). Para los climas B y E, el segundo orden se escribe en mayúscula (W, S, T y F) y clasifica los climas en: desierto (BW), semi-árido (BS), tundra (ET) y glacial (EF). El tercer orden es para el criterio térmico, y se usa en los climas B, C y D; para el caso de B pueden ser climas “h” o cálidos (BWh y BSh), “k” o fríos (BWk y BSk); en el caso de los climas templados el tercer orden indica condiciones térmicas cálidas (a), templadas (b) y frescas (c); y para el clima D, el tercer orden incluye a, b y c, y además un variante muy frío (d). Los criterios específicos para la determinación de cada clima hasta el tercer orden se presentan en el diagrama de flujo de la Figura 1.

Dado que hasta el tercer orden no es posible diferenciar en detalle la variedad climática de Chile, se aplicaron nuevos criterios, los cuales permiten llegar a establecer singularidades del clima:

- climas h o de altura: para los climas templados y de carácter mediterráneo, se estableció un umbral de altura discriminatorio de 1000 m.s.n.m.
- climas ' o euoceánicos atenuado: sólo para los climas semiáridos y templados, lo que permitió definir todos aquellos climas cuya amplitud térmica no superara el rango de 16° a 17°C, de acuerdo al índice de Rivas-Martínez (2004), que implican un clima de mayor influencia oceánica (Amigo et al. 2007).
- climas w o de sequía de invierno: se utilizó para todos los climas de Chile. Permite clasificar todos aquellos climas con influencia amazónica del monzón sudamericano.
- climas s o de sequía de verano: se utilizó para todos los climas de Chile (excepto para aquellos mediterráneos o Cs), y permite clasificar todos aquellos climas con estación seca de verano.

El trabajo con las superficies bioclimáticas se realizó a través de geoprocursos con el software ArcGIS 10.2.

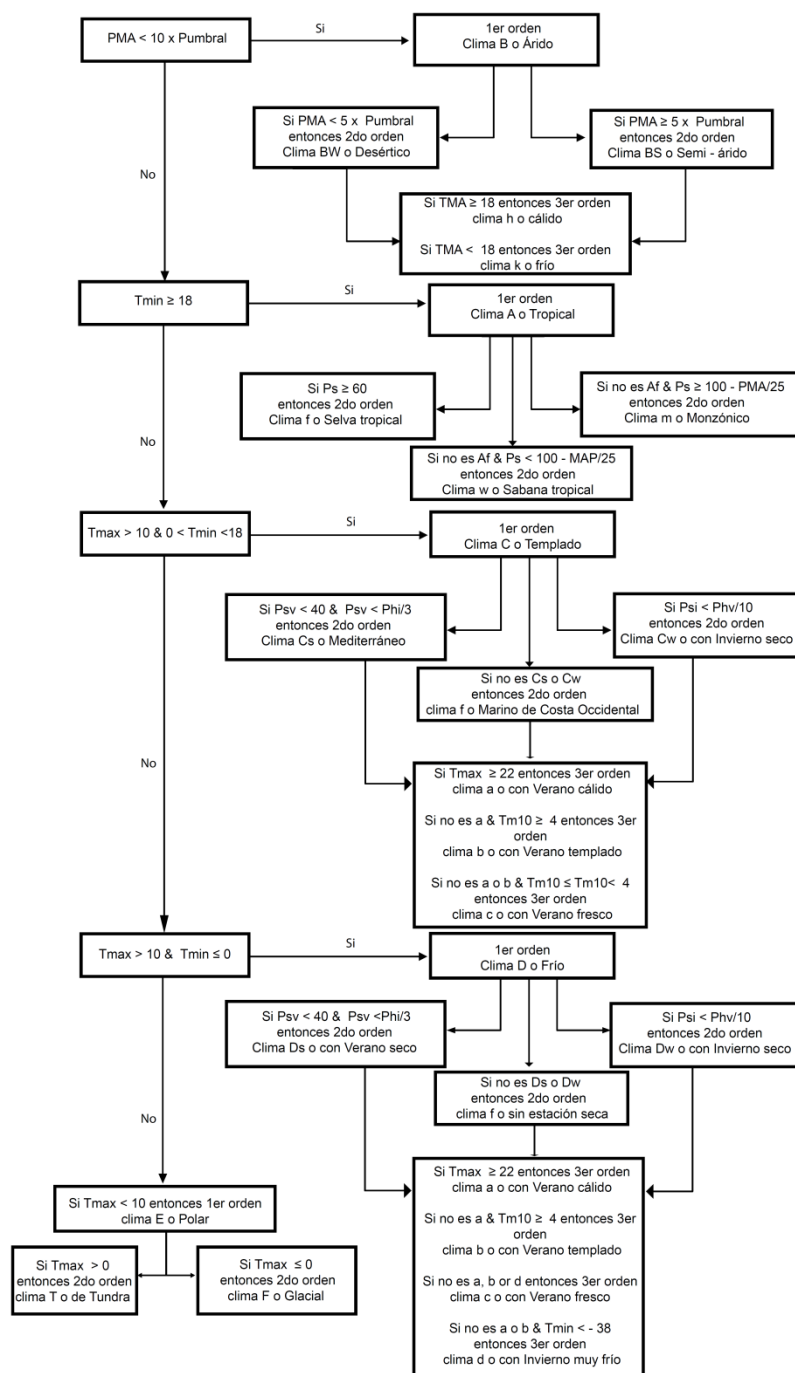


Figura 1 – Diagrama de flujo. Criterios de clasificación climática de Köppen. Modificado desde Peel et al. (2007) y Rohli et al. (2015). Donde PMA= precipitación media anual; TMA= temperatura media anual; Tmax= temperatura media del mes más cálido del año; Tmin= temperatura media del mes más frío del año; Tm10= Número de meses cuya temperatura media es igual o superior a 10°C; Ps= precipitación del mes más seco; Psv= precipitación del mes más seco de verano; Psi= precipitación del mes más seco de invierno; Phv= precipitación del mes más húmedo de verano; Phi= precipitación del mes más húmedo de invierno; Pumbal= umbral que define que las pérdidas por evaporación exceden a la precipitación, y se estima según la temperatura media anual (TMA) dependiendo si la precipitación anual se concentra en un 70% durante invierno (2 x TMA), 70% en verano (2 x TMA + 28) o diferente a los casos anteriores (2 x TMA +14). Verano e invierno se define por semestres cálidos o fríos, siendo para el caso de Chile, verano entre octubre y marzo e invierno de abril y septiembre.

### 3. Resultados

Chile continental presenta tres climas del primer orden (B, C y E), los cuales se disponen de Norte a Sur (desde los áridos, templados y polares) y modulados por la altitud de la Cordillera de Los Andes (desde el norte de Chile es posible encontrar climas polares). Considerando la clasificación de Köppen en su primer orden, el clima más predominante es el templado (C), con un 41% del territorio, seguido por el clima árido (B), que representa un 31%, y finalmente, el 28% restante es el clima polar (E).

Siguiendo la clasificación de Köppen al segundo orden, aparecen seis climas, los cuales en orden de importancia son: ET (27,9%), Cs (21,4%), Cf (19,7%), BW (18,2%), BS (12,7%) y EF (0,1%).

Considerando el tercer orden de la clasificación de Köppen, resultan nueve tipos de climas, los cuales, de más a menos frecuentes, corresponden a: ET (27,9%), BWk (17%), Csb (16,3%), BSk (12,7%), Cfb (12,5%), Cfc (7,2%), Csc (5,2%), BWh (1,1%) y EF (0,1%).

Considerando los matices climáticos, Chile continental posee 25 tipos de climas, que aportan un mejor conocimiento sobre el origen de las masas de aire que afectan su distribución, por ejemplo en cuanto a altura (h), isothermalidad (‘) o influencia los vientos del Oeste para lluvias concentradas en invierno (s) y vientos del Este para las lluvias concentradas en verano (w). Es interesante el caso de los climas de lluvias concentradas en verano o estación seca de invierno (w), pues ellos son propios de la influencia amazónica, y afectan los climas de Tundra, Glacial y de Estepa fría, todos del altiplano del norte de Chile. En el caso de los climas isotermales o euoceánicos atenuado (‘), se presentan en el litoral de III Región de Atacama hasta la X Región de los Lagos, alcanzando entre unos 63 y 120 km de influencia hacia el interior.

En la zona central del país, desde los 32°30’S hasta los 39°32’S dominan los climas templados, específicamente los mediterráneos (Csb y Csc), con sus variantes isotermales (climas de 4to orden Csb’) y de altura (climas de 4to orden Csb(h)). Un aspecto interesante es que otros estudios indicaban el límite sur del clima mediterráneo hasta casi los 38°S, lo que supone un avance al sur más de 100 km en los últimos 45 años (Figura 2 y 3).



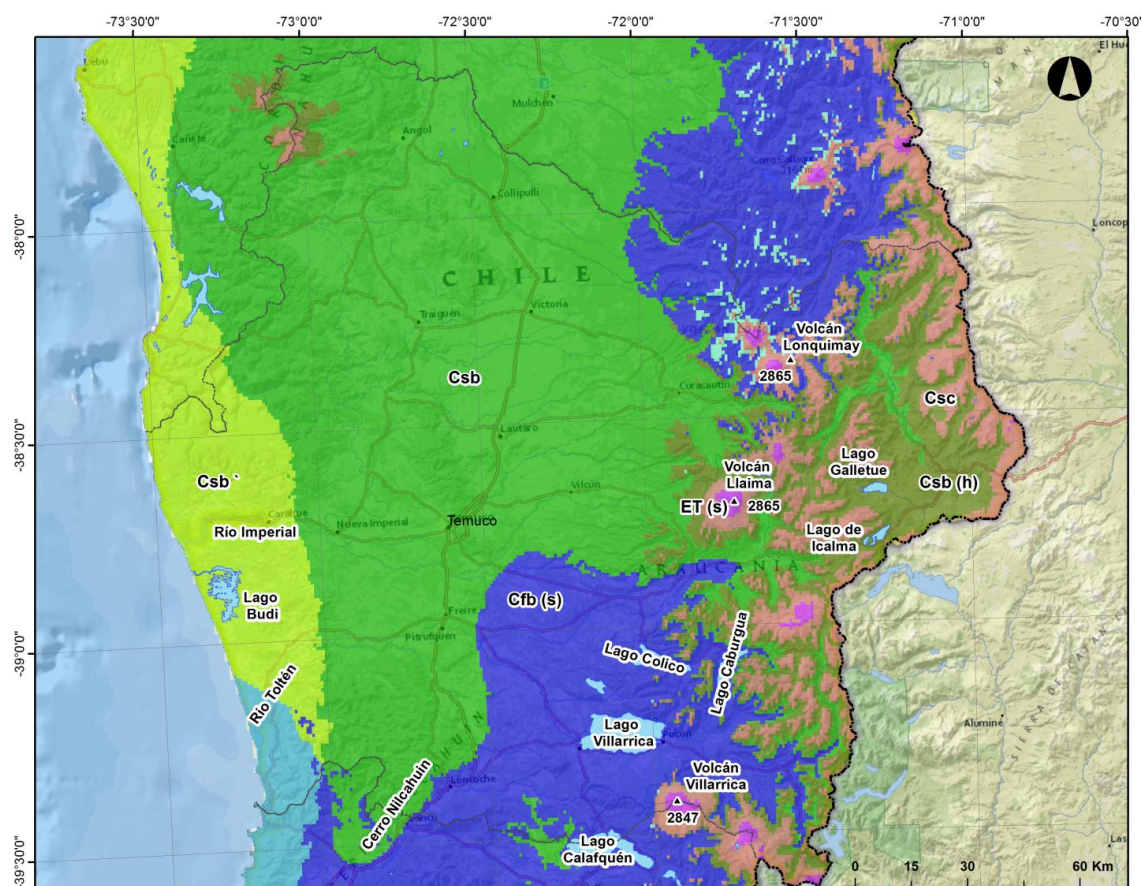


Figura 2 – Alcance sur del clima mediterráneo de Chile

#### 4. Conclusiones

Contar con un mapa climático de Chile actualizado y con una clasificación tan difundida y vigente (pese a su antigüedad) como la propuesta por Köppen es de gran interés geográfico y climático.

Como novedad, se concluye que el uso de superficies climáticas permite generar cartografías de distintas clasificaciones e índices climáticos, lo cual, con datos de estaciones meteorológicas, permite realizar mejores aproximaciones de los límites y de la distribución espacial de los climas.

Las singularidades detectadas permiten alcanzar, para Chile continental, 25 tipos de climas, las cuales dependen de criterios usuales de la climatología y la geografía. Entre ellos se puede considerar la concentración y el origen de la precipitación, las condiciones de isothermalidad, el comportamiento euoceánicos atenuado de las temperaturas, o la cota 1000 m de altitud.

En trabajos futuros se espera agregar nueva información y mejorar la escala del mapa. Por ejemplo, añadir nubosidad como factor importante de los climas (sobre todo en la Macroregión Norte Grande), y realizar procesos de downscaling a 100 metros mediante regresiones múltiples.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento de Fondecyt de Iniciación N°11130629, Fondecyt Regular N° 1150701 y N° 1151087, al Convenio de Desempeño UTA-MINEDUC y al proyecto UTA-Mayor 5744-16; además, al Grupo de Climatología de la Universidad de Barcelona SGR 2014/300 (Gobierno de Cataluña).

## 5. Bibliografía

- Amigo, J., Izco, J., de Compostela, S., & Rodríguez Guitián, M. A. (2007). Rasgos bioclimáticos del territorio templado de Chile. *Phytocoenologia*, 37(3-4), 739-751.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes, G., Leonardo, J., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Belda, M., Holtanová, E., Halenka, T., & Kalvová, J. (2014). Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. *Climate research*, 59(1), 1-13.
- Chen, D., & Chen, H. W. (2013). Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. *Environmental Development*, 6, 69-79.
- FAO, (2001). FAOCLIM 2.0 A World-Wide Agroclimatic Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fuenzalida-Villegas, H. (1965). Clima. *Geografía Económica de Chile*, Corporación de Fomento de la Producción, Santiago, 188-257.
- Fuenzalida-Ponce, H. (1971). *Climatología de Chile*, Departamento de Geofísica, Universidad de Chile 90 pp. Santiago, Chile
- Hutchinson, M. F. (1995). Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines. *International journal of geographical information systems*, 9(4), 385-403.
- Hutchinson, M. F., (2006). ANUSPLIN version 4.36 user guide. Canberra: The Australian National University.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 1535.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4(2), 439-473.
- Pliscoff, P., Luebert, F., Hilger, H. H., & Guisan, A. (2014). Effects of alternative sets of climatic predictors on species distribution models and associated estimates of extinction risk: A test with plants in an arid environment. *Ecological Modelling*, 288, 166-177.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259-263.
- Rivas-Martínez, S. (2004). *Global bioclimatics*. Phytosociological Research Center, Departamento di Biología Vegetal II, Madrid, Spain.
- Robinson, C. K., Wierzos, J., Black, C., Crits-Christoph, A., Ma, B., Ravel, J., Ascaso, C., Artieda, O., Valea, S., Roldán, M., Gómez-Silva, B. and DiRuggiero, J. (2015). Microbial diversity and the presence of algae in halite endolithic communities are correlated to atmospheric moisture in the hyper-arid zone of the Atacama Desert. *Environmental microbiology*, 17(2), 299-315.
- Rohli, R. V., Joyner, T. A., Reynolds, S. J., & Ballinger, T. J. (2015). Overlap of global Köppen–Geiger climates, biomes, and soil orders. *Physical Geography*, 36(2), 158-175.

Rubel, F., & Kottek, M. (2010). Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*, 19(2), 135-141.

Sparovek, G., De Jong Van Lier, Q., & Dourado Neto, D. (2007). Computer assisted Koeppen climate classification: a case study for Brazil. *International Journal of Climatology*, 27(2), 257-266.

Xu, T., & Hutchinson, M. F. (2013). New developments and applications in the ANUCLIM spatial climatic and bioclimatic modelling package. *Environmental modelling & software*, 40, 267-279.

## ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO TÉRMICA NA CIDADE DE CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

C. A. de Souza<sup>(a)</sup>, M. H. S da Silva<sup>(b)</sup>, M. A. Mercante<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Mestrado e Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Universidade Anhanguera-Uniderp  
arq.camila.amaro@gmail.com

<sup>(b)</sup> Faculdade de Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/TL  
mh\_soares@yahoo.com.br

<sup>(c)</sup> Programa de Mestrado e Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Universidade Anhanguera-Uniderp  
mercante@terra.com.br

### Resumo

O ambiente urbano passa por constantes modificações climáticas devido à ocupação humana. Diante disso, o conforto térmico vem elucidar a importância da relação entre o meio habitado e o clima local, objetivando qualidade de vida. Assim, esta pesquisa analisou a distribuição espacial de variáveis climatológicas e avaliou a influência de áreas verdes no conforto térmico na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. A metodologia consistiu na identificação: da distribuição espacial das temperaturas do ar nas vias principais da cidade, das temperaturas de superfície na área urbana, de ilhas de calor e frescor, do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, no verão e no inverno de 2015, seguido da interpolação desses dados. Esta pesquisa trouxe informações mais precisas sobre a influência dos elementos climatológicos para o contexto urbano, podendo auxiliar os planejadores quanto à possibilidade de trabalhar alternativas de organização dos espaços com ênfase em critérios ambientais.

**Palavras chave:** Urbanização, qualidade de vida, análises climáticas, áreas verdes.

### 1. Introdução

O crescimento urbano nos últimos anos trouxe consequências para o meio ambiente que podem ser observadas devido à degradação da vegetação densa e o aumento de prédios e asfaltos. Propiciando o desconforto térmico que pode ser observado pelas ilhas de calor urbanas, ou seja, uma alteração do clima devido à ação antrópica na superfície.

As ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas porque muitos materiais de construção retêm mais calor do sol do que materiais naturais (Gartland, 2010). Como a questão das ilhas de calor acompanha o crescimento urbano, têm surgido muitas propostas metodológicas de estudo através das geotecnologias, no qual vem se destacando o uso do sensoriamento remoto.

Esta pesquisa visou estudar o perímetro urbano de Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Durante as últimas décadas o município passou por um crescimento populacional elevado, tendo em vista que a população foi multiplicada por quase cinco vezes entre os censos de 1970 e 2000. A participação da população do município em relação à do Estado de Mato Grosso do Sul ainda é elevada, sendo que em 2000 chegou a 31,94% (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014).

A partir do histórico da legislação urbanística de Campo Grande, da década de 70 até hoje, é possível perceber que existem indicativos e instrumento de planejamento urbano e ambiental. Ainda assim, se detectam problemas ambientais no município.

Nesse sentido, a legislação urbanística do município carece de normas e critérios mais específicos que atuem na prevenção de impactos ambientais causados pela implantação de loteamentos, pavimentação, além dos sistemas de drenagem pluvial subdimensionados.

Nessa perspectiva o objetivo deste trabalho consistiu em uma análise da distribuição de dados de temperatura do ar e das temperaturas de superfície da cidade, além de identificar e mapear as ilhas de calor e de frescor no verão e no inverno de 2015.

O trabalho se justifica por contribuir para elaboração de diretrizes para o planejamento urbano ambiental da cidade e de seu entorno.

## **2. Procedimentos Metodológicos**

A sede do município de Campo Grande localiza-se nas imediações do divisor de águas das Bacias do Paraná e Paraguai, estando definida pelas coordenadas geográficas: 20°26'34" latitude Sul e 54°38'47" longitude Oeste, e sua altitude varia entre as cotas 500 e 675 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen, situa-se na faixa de transição entre o subtipo Cfa-mesotérmico úmido sem estiagem e o subtipo Aw – tropical úmido. Cerca de 80% das chuvas ocorrem entre os meses de outubro até abril, quando a temperatura média oscila em torno de 24 °C. Os meses de menor precipitação são: junho, julho e agosto e a temperatura média é de 20 °C. Os déficits hídricos ocorrem com maior intensidade nesses meses, onde a média das temperaturas mínimas é abaixo de 15 °C. O mês mais seco é o mês de agosto (Instituto Municipal de Planejamento Urbano, 2007).

Dentro do contexto urbano, Campo Grande possui uma malha urbana composta por 74 bairros distribuídos em 7 (sete) diferentes regiões urbanas delimitadas pela rede hidrográfica que compõe a área. O fluxo de maior intensidade entre as periferias e o centro da cidade se faz comumente por duas principais vias de acesso: a Avenida Afonso Pena e a Avenida Ernesto Geisel (figura 1), sendo a análise dessas duas principais avenidas essencial para a realização da etapa de coleta de dados de campo desta pesquisa e para o processamento dos dados obtidos.

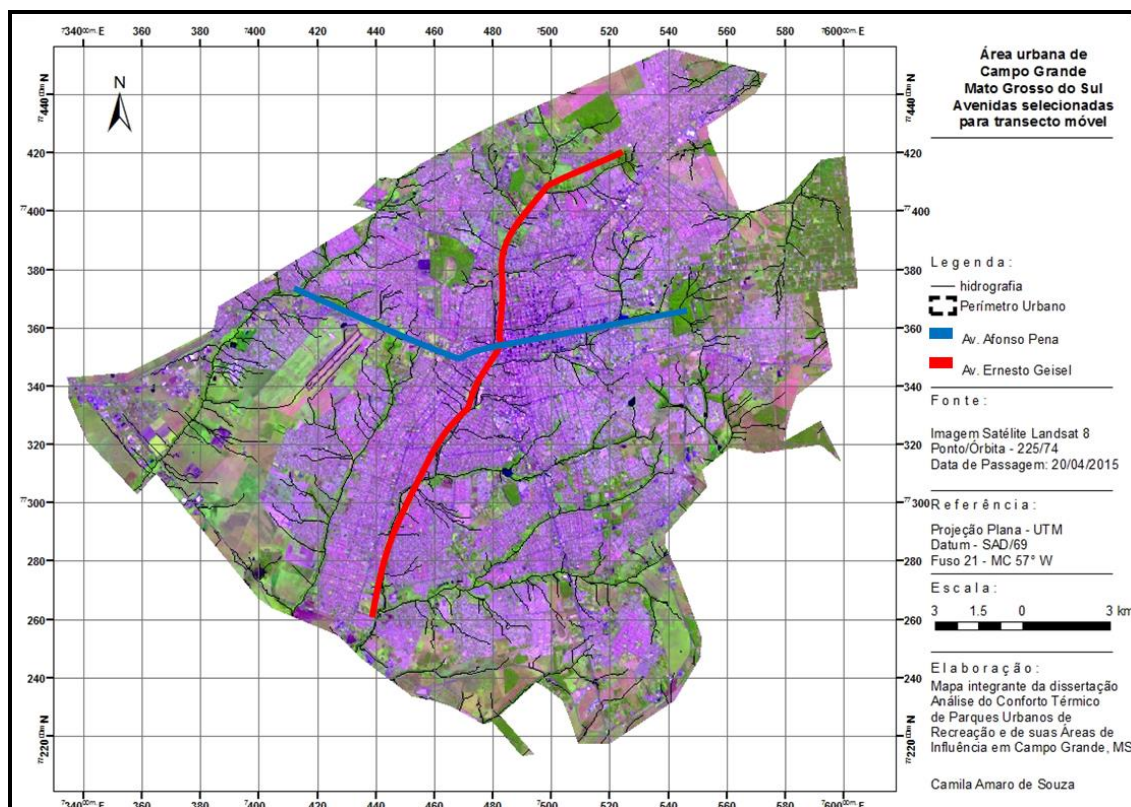


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

Para o alcance dos objetivos específicos desta pesquisa foram realizadas as etapas de coleta de dados de campo por meio dos transectos móveis no verão e no inverno de 2015, chave de interpretação de pontos estratégicos, e posterior processamento digital de imagens orbitais de temperatura de superfície utilizando a Banda Termal 10 do Landsat-8; Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI da área urbana e do entorno, tanto no verão como no inverno de 2015; classificação do uso e ocupação do solo a partir do NDVI; e geração de um mapa síntese a partir de regressão linear múltipla, mostrando a distribuição térmica de acordo com o uso e ocupação do solo e a distância em relação ao centro da cidade colocando como variável dependente a temperatura do ar encontrada a partir da metodologia dos transectos móveis.

A utilização destas metodologias de compreensão do campo térmico no espaço urbano e rural tem obtido êxito, pois de acordo com Oke (2003), favorecem as correlações entre temperatura de superfície e do ar.

Para todos os processamentos digitais foi utilizado o programa computacional Idrisi Selva como base principal. Para os dados de verão foi utilizada a imagem de satélite Landsat-8, órbita e ponto (225/74), data de passagem 26/04/2015, hora local 09h45. E para o processamento de dados de inverno, imagem Landsat-8, órbita e ponto (225/74), data de passagem 31/07/2015, hora local 09h45.

### 3. Resultados e Discussão

A distribuição térmica da Av. Afonso Pena e Av. Ernesto Geisel foi aferida, simultaneamente, a partir dos transectos móveis de verão e, posteriormente, de inverno do ano de 2015. Ambos revelam uma típica ilha de calor urbana, na qual a área denominada na classificação desta pesquisa como urbanização densa atinge as maiores temperaturas, acima de 28 °C, bem como a área industrial da cidade.

No verão de 2015, a temperatura se eleva gradativamente com a proximidade à área central da cidade, altamente impermeabilizada e altamente adensada, atingindo temperaturas superiores a 28 °C, e ao se afastar da zona de vegetação densa, comprovando que o tipo de uso e ocupação do solo modifica drasticamente a temperatura. Outro fator importante, em relação à hipsometria, é que a altitude na região urbana centro se encontra entre 450 e 600 m, e o relevo é considerado plano.

Após passar pela área central, na qual predomina alto adensamento, as temperaturas voltam a decrescer à medida que se aproximam de outra área verde da cidade inserida no entorno do Comando Militar Oeste e proximidades do Aeroporto Internacional de Campo Grande, atingindo 27 °C e não ocorrem grandes oscilações até o final do trajeto, porção oeste, em área de grandes vazios urbanos e vegetação entremeados à alto adensamento e pavimentação asfáltica.

Observou-se também a correlação inversa entre temperatura e umidade, ou seja, nas áreas onde as temperaturas detectadas foram mais elevadas, a umidade obteve seu menor valor, 73 % de umidade relativa do ar, e nas áreas com registro de temperaturas mais amenas, os valores de umidade relativa do ar registrados estavam em torno de 90 %.

Outra consideração que pode ser realizada em relação a esta diferença na distribuição de temperaturas ao longo da Av. Afonso Pena, é a orientação das vertentes que na porção leste da cidade está voltada para sul e na porção final do trajeto, onde há o predomínio de áreas planas, se revelam com orientação oeste (Lima, 2011). Mostrando a diferença de radiação recebida.

A distribuição térmica na Av. Ernesto Geisel, apresentando temperaturas muito elevadas no início do transecto móvel, na região mais ao sudoeste da cidade, atingindo valores superiores a 28,6 °C. Tal região compreende uma área industrial com rodoanel e alto índice de pavimentação asfáltica, e muitos galpões, seguido de um hospital de grande porte.

Outros fatores importantes para o entendimento de altas temperaturas nesta região é o relevo plano, altitude entre 400 e 600 m, e orientação das vertentes estarem voltadas para oeste.

O aumento de temperatura de uma massa de ar pelo solo, em função da radiação solar absorvida, decorre principalmente do seu aquecimento por convecção (Lamberts *et al.*, 2003).



O calor latente é a forma mais eficaz de resfriamento da superfície, pois ao transformar água líquida em gasosa, provoca a perda de energia através da transformação do calor sensível em calor latente, acarretando na queda de temperatura. O processo de urbanização diminui a evaporação e evapotranspiração, reduzindo assim, a perda de energia através da transformação do calor sensível em calor latente.

Isso ocorre, de acordo com (Ugeda Júnior, 2011), devido a um conjunto de fatores: às altas taxas de impermeabilização do solo, à retirada de vegetação e à canalização de córregos. Todos estes fatores potencializam o aquecimento das superfícies da área urbana, principalmente em função da diminuição de umidade nos espaços urbanos.

Os transectos móveis indicaram que a urbanização e as características do uso do solo são responsáveis pela distribuição da temperatura do ar gerando acúmulo de calor nos bairros densamente construídos, ou com a concentração de materiais construtivos de grande potencial de emissão de calor ao meio e com alta refletância.

A temperatura mínima aferida nos transectos de verão foi de 25,03 °C, ultrapassando o limite máximo de conforto térmico humano. E a máxima detectada, 28,65 °C é considerada uma temperatura quente moderado (Dutra *et al.*, 2003). Sendo assim, as temperaturas noturnas da área urbana, mesmo em áreas mais amenas, provocaram sensação de desconforto térmico no verão de 2015.

Já a temperatura mínima aferida no inverno foi de 22,3 °C, considerada dentro do limite de conforto térmico humano, encontrada apenas em regiões com presença de vegetação densa e preservada em seu entorno. E a máxima detectada, 25,85 °C é considerada uma temperatura quente moderado (Dutra *et al.*, 2003). Sendo assim, as temperaturas noturnas tiveram uma oscilação, mostrando a grande relevância da presença de vegetação no ambiente urbano, provocando sensações de conforto a desconforto térmico no inverno de 2015.

Com a intenção de estabelecer correlações entre os dados aferidos, optou-se por realizar um mapa de temperatura de superfície da área urbana de Campo Grande, com o uso de imagem Landsat-8, data de passagem 26/04/2015. A distribuição térmica da área urbana interpretada na imagem tratada do Landsat-8 traduz o uso e a ocupação atual das diversas regiões, as densidades de construções e a distribuição e intensidade de arborização em cada região urbana de Campo Grande.

Ressalta-se que o solo no dia 26/04/2015 apresentava-se com baixa umidade devido à escassez de precipitação dos dias anteriores conforme dados CPTEC/INPE INMET, sendo a média total de precipitação, para o mês de abril de 2015, 100 mm e temperatura média mensal 19 °C.

Estes dados elucidam as informações de diversos autores a respeito dos benefícios da distribuição regular de árvores no meio urbano. E sintetizam estudos referentes ao plantio de



infraestrutura verde prioritariamente em áreas mais necessitadas Pitton (1997), Stewart (2000), Oke (2003), Ugeda Júnior (2011), Foissard *et al.* (2012).

Nas regiões, ou porções de bairros, densamente construídos, principalmente nos conjuntos habitacionais e em lotes ou glebas com pequena quantidade de vegetação arbórea nas ruas e fundos de quintais, as temperaturas superficiais detectadas foram as mais elevadas, atingindo 27,79 °C, sendo os tons de vermelho e magenta no mapa de temperatura de superfície, constatando o efeito ilha de calor.

Nos parques e demais áreas verdes urbanas, as temperaturas variaram entre 15,49 e 19 °C, em função do tipo de vegetação mais rasteira ou arbórea densa, sendo os tons de verde escuro no mapa, constatando o efeito de ilha de frescor. As zonas de amortecimento de áreas verdes atingiram temperaturas entre 21,16 e 22,11 °C, sendo os tons de verde do mapa.

Em Campo Grande, além do centro da cidade, os bairros mais quentes (acima de 28 °C) são os bairros industriais (com prédios com coberturas de fibrocimento) nas saídas sul, sudoeste e noroeste da cidade.

A distribuição de temperatura de superfície mostrou-se diretamente relacionada à densidade de construções e o excesso noturno de calor, de acordo com Amorim (2005), é atribuído à liberação do calor estocado durante o dia pelas edificações. Ressalta-se que estes elevados valores de temperatura concentram-se próximos a Região Urbana Centro e dos bairros adjacentes.

Outro fator que potencializa a elevada temperatura nesses ambientes é a ausência quase que total de vegetação ou vegetação densa, constatada com as chaves de interpretação, predominando materiais como concreto e pavimentação asfáltica, proporcionando uma maior emissão de radiação de ondas longas e por sua vez, ocasionando o desconforto térmico.

Sobre esse aspecto Jardim (2010) cita que a presença de áreas verdes nas cidades não se limita ao seu papel de equilibrar o clima urbano, mas também na dosagem de infiltração da água no solo e manutenção do ciclo hidrológico.

Ainda nesse contexto, a diminuição na densidade de construção nas regiões norte, nordeste e sudeste, produz um efeito de quebra de continuidade da distribuição das temperaturas mais elevadas, pode-se afirmar então que, a presença de vegetação regularmente distribuída funciona para a menização térmica.

Os córregos localizados no ambiente urbano, em sua maioria, foram canalizados ou parcialmente canalizados. No período noturno os pontos com altitudes mais baixas não provocaram a interrupção da ilha de calor principal encontrada na cidade nem das altas temperaturas ao longo do trecho sul-norte.

Assim, Campo Grande, cidade de médio a grande porte, com características de clima tropical, produziu um clima urbano que é resultado da interação entre a radiação solar recebida e a refletida basicamente pelos tipos de materiais construtivos de edificações de uso residencial, comercial e institucional que armazenam calor durante o dia e que é liberado nas primeiras horas após o por do sol.

Como as cidades tropicais são naturalmente quentes, essa distribuição irregular de temperatura é responsável pela intensificação do desconforto térmico e, portanto, pode ser considerada como um indicador de queda da qualidade ambiental urbana.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) complementa a ideia de que a temperatura de superfície está relacionada com a radiância, como pode ser visto nas diferentes regiões urbanas de Campo Grande.

No mapa do NDVI percebeu-se oscilação na temperatura ambiente deste Setor, entre 25 e 28 °C, coincidindo as baixas temperaturas com áreas de vegetação densa e as altas temperaturas com áreas sem vegetação e presença de alto adensamento de moradias e impermeabilização.

Comparando a temperatura mínima aferida nos transectos de verão, 25,03 °C, com os valores de NDVI, percebeu-se que tais temperaturas foram aferidas em áreas com vegetação densa ou rasteira, próximas à vazios urbanos ou próximas à fundo de vale não canalizados, onde os valores de NDVI foram os mais altos do mapa. E a máxima temperatura, 28,85 °C foi detectada justamente nas áreas consideradas de urbanização densa ou pedreiras desativadas e solos expostos, onde os valores de NDVI foram nulos, comprovando que na região não se encontra vegetação.

Posteriormente, de modo a correlacionar ainda mais os dados, e complementar as informações, foi processada a imagem de composição de canais NDVI juntamente com a reclassificação dos pixels em quatro classes por agrupamento de pixels.

Localizou-se na cidade de Campo Grande: classe 1 - áreas denominadas urbanização densa (com pavimentação asfáltica e solos descobertos, pedreiras desativadas) com cor vermelha, classe 2 - urbanização (edificações em geral) em tons de amarelo, classe 3 - vegetação menos densa (vegetação rasteira, praças ajardinadas) tom mais claro de verde, e classe 4 - áreas com vegetação densa (florestas, parques de recreação e conservação, margens de córregos não canalizados, entorno de cabeceiras de nascentes de córregos) com cores em verde escuro.

Pode-se, inclusive, perceber as divisões em quadras e a distribuição do sistema viário. A chave de interpretação da área urbana serviu para validar as informações geradas com a classificação do uso e ocupação do solo a partir do NDVI.

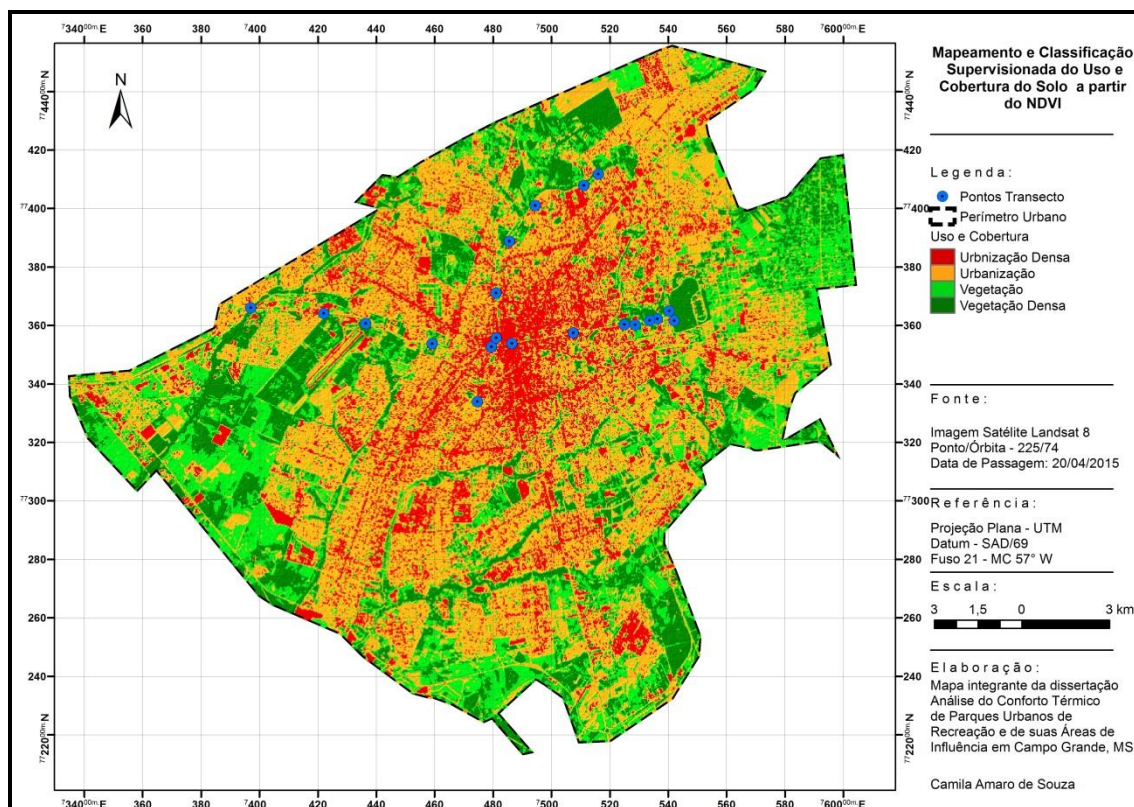


Figura 2 – Mapeamento e Classificação Supervisionada do Uso e ocupação do solo urbano de Campo Grande – MS.

Podem ser correlacionados ainda os intervalos de temperatura de superfície com o percentual de cada classe de uso e ocupação do solo. Logo, obteve-se que 15,22 % do total da área urbana de Campo Grande possuem urbanização densa e temperaturas de superfície entre 24,95 e 27,79 °C e acima de 28 °C. A classe denominada urbanização compreende 47,48 % do total da área urbana e possui temperaturas entre 22,11 e 24,95 °C. A classe denominada vegetação compreende 21,32 % do total da área urbana e possui temperaturas entre 21,16 e 22,11 °C. E a classe vegetação densa, com 15,98% do total da área urbana possui temperaturas entre 15,49 e 21,16 °C.

A explicação para estes elevados valores de temperatura, principalmente nas áreas de urbanização densa e urbanização, pode estar relacionada aos materiais existentes nesses locais, como asfalto, concreto, vidro, metais (zinco) e telhas metálicas, elevado adensamento das residências, baixa presença de áreas verdes, entre outros. Isto é, no horário da manhã classes de urbanização e urbanização densa já apresentavam temperaturas de superfície superiores a 28 °C.

Foi possível, por meio da correlação entre classes de uso do solo e temperatura nos diferentes dimensionamentos das janelas em torno dos pontos de dados em transecto móvel, analisar a temperatura preponderante para cada classe gerada. Nas áreas de urbanização densa, no entorno de cada ponto, a temperatura encontrava-se elevada, 28 °C. Quanto mais alto o adensamento

construído, mais alta a temperatura, já que a análise das classes foi realizada separadamente, e a classe 1 corresponde a urbanização densa. O processo de análise foi repetido para a área de urbanização, a qual foi atribuída temperaturas entre 27 °C e 28 °C. Nas áreas de vegetação observou-se temperaturas menores entre 27 e 26 °C, e com vegetação densa obteve-se as menores temperaturas, 25 °C ou inferior.

Posteriormente foi feita ainda a correlação entre temperatura e a distância ao centro da cidade conseguindo assim uma relação de 80,91% de aproveitamento dos dados.

As classes 1 (21 x 21 pixels), 3 (5 x 5 pixels) e 4 (21 x 21 pixels), com melhor correlação, foram utilizadas na fórmula de regressão múltipla bem como a distância ao centro. A regressão estatística, ou seja, o total de aproveitamento dos dados para geração de possíveis imagens com essa equação foi de 85,41 %, o que pode ser considerado um valor plausível de acordo com (Dubreuil, 2010).

Com o acréscimo da variável distância ao centro pôde-se perceber uma intensa ilha de calor urbana na Região Urbana Centro (figura 3), onde localiza-se principalmente a classe 1, denominada urbanização densa nesta pesquisa, a qual pode ser caracterizada com temperaturas acima de 28 °C.

Assim como no mapa síntese, nos procedimentos metodológicos anteriores as temperaturas elevadas foram validadas: acima de 28 °C nos pontos coletados na área central da cidade mostrados nos transectos móveis das Av. Afonso Pena e Av. Ernesto Geisel; acima de 28 °C no mapa de temperatura do ar e; entre 24,95 e 27,79 °C no mapa de temperatura de superfície. Comprovando que quanto mais alto o adensamento construído, mais alta a temperatura, já que a análise das classes foi realizada separadamente, e a classe 1 corresponde a urbanização densa.

Outra correspondência importante foi o valor nulo de NDVI encontrado na área central da cidade, comprovando novamente que a ausência de vegetação na região corrobora para o aumento das temperaturas e a consequente formação de ilha de calor urbana.

A diminuição das temperaturas é gradativa ao se afastar do centro e se aproximar das regiões caracterizadas como classe 4 nesta pesquisa: regiões periféricas menos adensadas e menos impermeabilizadas entremeadas de vegetação, áreas com vegetação densa.

Com a imagem do mapa síntese gerada, e aplicação de distâncias em metros em relação às temperaturas (Figura 3), fica claro a diminuição dos valores em graus Celsius (°C) quanto mais afastado está o ponto analisado do centro da ilha de calor urbano.

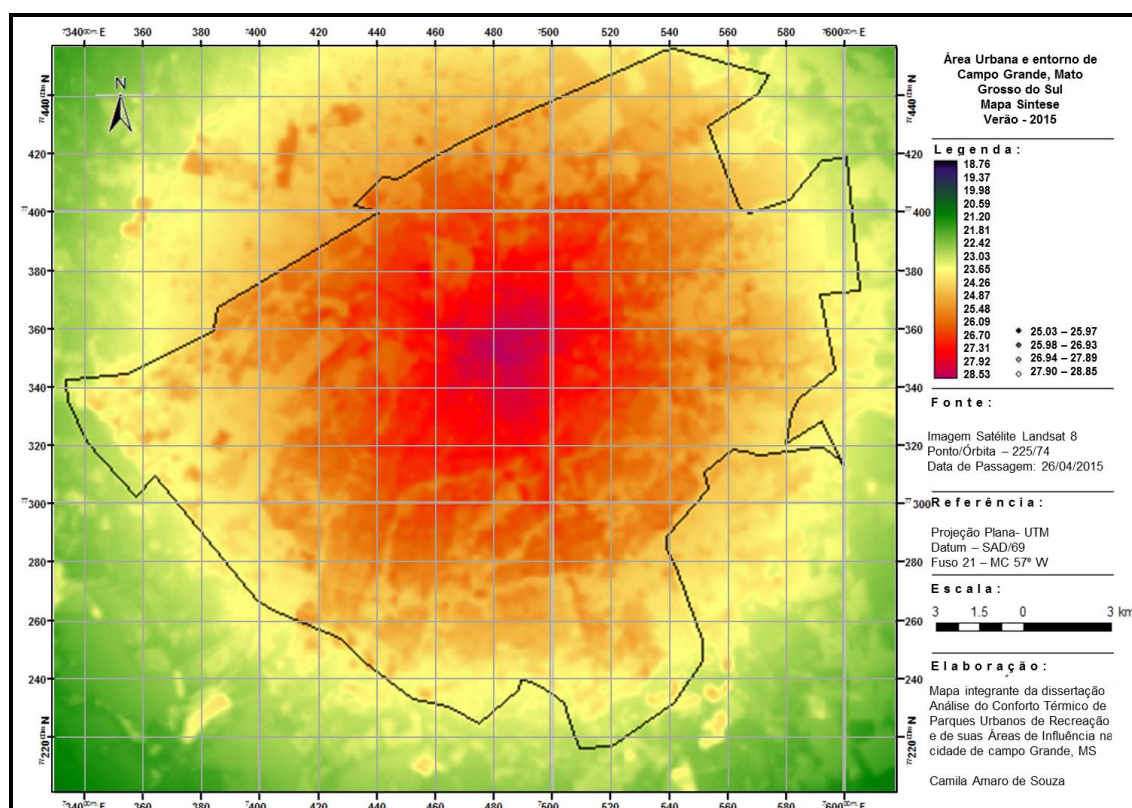


Figura 3 – Mapa síntese com a distribuição térmica do perímetro urbano e entorno rural de Campo Grande – MS, no verão de 2015.

Temperaturas abaixo de 24 °C podem ser detectadas no extremo nordeste na região urbana do Prosa, sudeste na saída para São Paulo e região urbana do Bandeira, e oeste do perímetro urbano na saída para o município de Cassilândia, caracterizando efeito de ilhas de frescor (Figura 3). São perceptíveis também, várias áreas fora da ilha de calor urbano que atingem altas temperaturas (Figura 3).

Algumas áreas de zona rural próximas ao perímetro urbano registraram temperaturas tão elevadas quanto da área central do perímetro urbano (classe 1 - urbanização densa), tais áreas possuem superfície de solo exposto ou nu, antigas pedreiras desativadas e área com indústrias. O mapa de temperatura de superfície alcançou valores elevados nestes pontos, acima de 28 °C. Os outros procedimentos metodológicos adotados, mapa de temperatura ambiente e Índice de Vegetação (NDVI), também confirmam os valores de temperatura elevados e valores nulos de NDVI que podem ser encontrados em áreas de solo exposto ou com alta refletância.

Mostrando que esta metodologia pode ser aplicada para entender a intensidade das ilhas de calor e de frescor nas diversas estações do ano e o quanto pode contribuir para a previsão da formação de futuras ilhas de calor e frescor devido ao uso e ocupação do solo e à quantidade de vegetação presente no local.

#### 4. Conclusões

Em Campo Grande, a partir dos registros de dados dos transectos móveis, verificou-se que no verão e no inverno, sobretudo durante a noite, acentua-se a presença de ilhas de calor urbanas no centro da cidade, principalmente devido ao retorno do calor (radiação infravermelha) influenciado pela presença de áreas altamente urbanizadas e falta de vegetação.

As ilhas de calor ocorrem praticamente em todos os setores da classe de cobertura da terra denominada Urbanização Densa apresentando índices de temperaturas superiores a 28 °C no verão e com cerca de 25 °C no inverno, sobretudo na porção central e sudoeste da cidade devido à reduzida cobertura vegetal e alta densidade de equipamentos residenciais, somados aos pavimentos, telhados e outras superfícies típicas da paisagem urbana, bem como a distribuição heterogênea dessas respostas, resultando em temperaturas de superfície com amplitudes elevadas superiores a 12 °C. As imagens termais geradas revelam ainda que os locais mais quentes não são exclusivos da área central urbana do município, mas também em parte dos bairros periféricos e área rural, possivelmente ocasionado pelo predomínio de pastagens, além da presença de outros elementos significativos tais como solo exposto e antigas pedreiras desativadas.

Já o efeito ilha de frescor está situado em parte das regiões Leste e Nordeste da cidade, locais onde o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) comprovou valores elevados, ou seja, presença de vegetação densa, e reafirmando os valores mais baixos de temperatura ambiente aferidos durante os transectos móveis, revelando a influência e a importância da cobertura vegetal na amenização da temperatura.

Nas áreas onde foram observadas temperaturas mais elevadas, sugere-se a implantação do novo plano de arborização urbana de Campo Grande, com distribuição regular e espécies adequadas, para minimizar as altas temperaturas no local e também rever as legislações com o intuito de distribuir mais equitativamente a área verde em meio à área construída, pelas diversas regiões urbanas de Campo Grande.

Por fim, as informações de temperatura da superfície e uso e cobertura da terra, adquiridas a partir dos procedimentos metodológicos de sensoriamento remoto e de imagens gratuitas do satélite Landsat-8, mostraram-se eficientes. Contribuindo na identificação, na espacialização e na compreensão da dinâmica climática operante de microclimas e, com isso, podendo auxiliar na geração de diretrizes de planos setoriais no sentido de diminuir as temperaturas nessas regiões.

O estudo a partir do índice de vegetação (NDVI) mostrou que a correlação entre indicadores como: topografia, presença de corpos hídricos e características de uso e ocupação do solo, são necessárias para a precisão dos dados obtidos.

Além disso, em um contexto de aquecimento global, o estudo do clima urbano levanta a questão de como os impactos do fenômeno global podem afetar uma cidade, em nível local. Portanto, é necessário compreender os princípios bioclimáticos locais, a fim de avaliar os efeitos futuros do aquecimento global na cidade e iniciar processos de adaptação.

Ainda neste sentido, a colaboração entre os gestores e os pesquisadores do clima deve ser estreitada para se obter melhores escolhas de desenvolvimento e ferramentas de implementação de suporte de decisão compartilhada.

## 5. Bibliografia

- Amorim, M. C. C. T. (2005). Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP. *Geosul*, 20(39), 65-82.
- Dutra, L., Lamberts, R., & Pereira, F. O. R. (Eds.). (2003). *Eficiência Energética na Arquitetura*. Rio de Janeiro: Procel-Eletrôbrás.
- Dubreuil, V., Quenol, H., Foissard, X., & Planchon, O. (2010). Climatologie urbaine et îlot de chaleur urbain à Rennes. In CLERGEAU, P. (Ed.), *Ville et biodiversité: les enseignements d'une recherche pluridisciplinaire*. (pp. 105-122). Rennes: Universidade de Rennes2.
- Foissard, X., Cantat, O., Dubreuil, V., Savouret, E., Queno, L. H., Bensaid, A., & Planchon, O. (2012). Climat urbain, changement climatique et types de temps dans le Grand Ouest de la France. In MEROT, P. (Ed.), *Le climat change dans l'Ouest, Evaluation, Impacts, Perceptions*. (pp.73-92). Rennes: Universidade de Rennes2.
- Gartland, L. (2010). *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Censo Demográfico (2014).
- Jardim, C. H. (2010). Variações da temperatura do ar e o papel das áreas verdes nas pesquisas de climatologia urbana. *Revista de Ciências Humanas*, 10(1), 9-25.
- Lima, R. C. (2011). *Estudo do campo térmico urbano por meio do sensoriamento remoto: o caso de Campo Grande (MS)*. Dissertação de Mestrado. Três Lagoas: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- Mendonça, F. de A. (1994). *O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR*. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*. 86(3), 371-384.
- Pitton, S. E. C. (1997). *As cidades como indicadores de alterações térmicas*. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- Instituto Municipal de Planejamento Urbano - PLANURB. (2007). *Relatório de Avaliação Ambiental (RAA). Programa de Desenvolvimento Integrado e Qualificação Urbana de Campo Grande/MS – Viva Campo Grande*. Disponível em: <http://www.pmcg.ms.gov.br/planurb/downloads?categoria=36> [Acedido em 28 de junho de 2015]
- Stewart, I. D. (2000). Influence of meteorological conditions on the intensity and form of the urban heat island in Regina. *The Canadian Geographer*, 44(3), 271-285.
- Ugeda Júnior, J. C. (2011). *Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP*. Tese de Doutorado. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista.

## **QUALIDADE DO AR E CLIMA URBANO: MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL PRESENTE NA ATMOSFERA URBANA DA CIDADE DE DOURADOS-MS/BRASIL E SEUS POSSÍVEIS DESDOBRAMENTOS NA SAÚDE HUMANA**

V. A. Santos<sup>(a)</sup>, C. A. Silva<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Faculdade de Ciências Humanas-FCH, Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, MS-Brasil  
vladimirvas@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Faculdade de Ciências Humanas-FCH, Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, MS-Brasil  
charleisilva@ufgd.edu.br

### **Resumo**

O objetivo da pesquisa foi averiguar com procedimento metodológico empírico, a qualidade do ar da cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, a partir da amostragem da concentração de material particulado inalável (MPI) na atmosfera urbana, com diâmetros específicos (0,5; 2,5 e 5,0 micrometros). Foram definidos 9 pontos de amostragem, de agosto de 2013 a janeiro de 2014. Como estudo de clima urbano, o foco esteve no canal da qualidade do ar do subsistema físico-químico da tese Sistema Clima Urbano proposta por Monteiro (1976). Demonstrou-se, quantitativamente e qualitativamente a espacialização e a dinâmica da poluição no espaço urbano da cidade, como também, o total de internações de CID-10 (doenças do aparelho respiratório) de igual período. Acredita-se que o estudo, inédito no Mato Grosso do Sul - Brasil, possa subsidiar outros trabalhos subsequentes a este, principalmente, aqueles ligados à climatologia, saúde, planejamento urbano e ambiental, e/ou políticas públicas municipais.

**Palavras-chave:** poluição atmosférica, material particulado, Dourados (MS-Brasil), saúde/CID-10

### **1. Introdução, o problema posto**

As expressões materializadas das cidades são ações sociais na concretude do re/construído espaço urbano, dentro dos limites urbanos, são exaltadas suas complexas manifestações, esse espaço também é alvo de problemas ambientais e contradição na prática da preservação do meio, e o mais importante aqui, a saúde e o bem estar dos indivíduos que lá se encontram, pois é cada vez mais visível a degradação dos solos, das águas, do ar, da vegetação, enfim da vida. Isto posto, graças ao modelo de produção e consumo ao qual todos estão subordinados a seguir. A Geografia com suas variadas temáticas, tem a proposta de avaliar não somente os impactos no ambiente gerado pelo molde capitalista, mas também lançar em questão, de forma reflexiva e argumentativa, as questões relacionadas à saúde dos indivíduos e seu bem estar físico e social.

Pode-se dizer que, estudos referentes à poluição atmosférica vêm se desenvolvendo fortemente desde 1930, por conta de todos os avanços realizados pela ciência, e seu conhecimento enfático da atmosfera terrestre. Portanto as questões ambientais ganham corpo no que se refere aos estudos dos impactos e projeções de um futuro propenso à escassez de vários elementos



naturais, os quais são de suma importância para a continuação da vida terrestre, Helene et al. (2009).

Conforme vem ocorrendo gradualmente, o adensamento populacional, frota automotiva, industrial, queima de biomassa, entre outros fatores, a intensificação dos poluentes atmosféricos tem causado graves transtornos às sociedades. Os prejuízos à saúde têm seu percurso de longa data. Conforme Baird e Cann (2011), por conta do evento de poluição atmosférica atrelados às mortes na cidade de Londres, chamado de “*London Smog*” (fumaças liberadas pelas chaminés por meio da queima de biomassa, a qual produziu uma espécie de névoa que cobriu toda a cidade, contribuindo para a inversão térmica), o qual se instalou na área urbana da cidade provocando a morte de cerca de 4.000 pessoas, e meses seguintes num total aproximado de 8.000 indivíduos pelo mesmo motivo.

Outro caso não muito distante do conhecimento do brasileiro é o que ocorreu na cidade de Cubatão – São Paulo - Brasil, onde que em 1977 o nível de emissões de poluentes estava tão crítico que os habitantes das redondezas das indústrias e os trabalhadores industriários, passaram a sofrer alterações hematológicas induzidas, estas promovidas pela inalação dos poluentes: monóxido de carbono, benzeno, dióxido de carbono, óxido de nitrogênio, hidrocarbonetos, material particulado entre outros, Naoum; Mourão e Ruiz (1984).

No caso das Partículas Inaláveis e Respiráveis ( $\leq MP_{10}$ ) e Fumaça são partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. e faixa de tamanho  $\leq 10\mu m$ , tem como fontes principais de emissão os processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera), seus efeitos gerais ao meio ambiente são de danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo, na saúde podem afetar órgãos traqueo-bronquial e pulmão, causando doenças respiratórias, bronquite crônica, constrição dos brônquios, diminuição da função pulmonar, morbidade hospitalar e até mortes, CETESB (2013), Lora (2000); Gomes (2001).

Os objetivos desta pesquisa se baseiam na dinâmica de tempo e clima que se estabelecem na cidade de Dourados/MS - Brasil, e tê-los como parâmetro nas condições de dissipação e/ou permanência (concentração) do poluente MP (como indicador de qualidade do ar) emitidos na atmosfera da cidade, e trazer a luz do conhecimento sobre o Padrão de Qualidade do Ar (PQA) tendo o parâmetro a resolução CONAMA nº 03/90 (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Como também, demonstrar o quantitativo numérico de internações por morbidades hospitalares do CID-10, ou seja, doenças do aparelho respiratório.

Devendo salientar que, este trabalho, de análise da correlação da poluição atmosférica às internações hospitalares do CID-10 (Classificação Internacional de Doenças) ser de caráter inédito em Dourados, é necessário que outras análises ao longo do tempo, com essa mesma

temática, possa confirmar e/ou descartar a suspeita de que os materiais particulados inaláveis presentes na atmosfera da cidade são os responsáveis pelas morbidades hospitalares citadas.

## **2. Dinâmica espacial urbana e o clima da cidade de Dourados (MS)**

Para as compreensões a respeito das dinâmicas climáticas que se estabelecem em Dourados, se faz necessárias as contribuições de Nimer (1979), o qual identifica com propriedade as massas de ar que interferem diretamente no estabelecimento climático regional e continental, pois, são cinco as massas de ar com atividade na circulação atmosférica direta no Brasil, a massa de ar equatorial continental (mEc), massa de ar equatorial atlântica (mEa), massa de ar tropical atlântica (mTa), massa de ar tropical continental (mTc) e massa de ar polar atlântica (mPa).

A região Centro-Oeste do Brasil, na qual está localizado o estado do Mato Grosso do Sul (MS), possui relevo como um preponderante fator geográfico estático do clima, que se estabelece como um dos agentes responsáveis pela dinâmica climática na interação com a circulação atmosférica, conforme Nimer (1979). E, portanto, na “região Centro-Oeste do Brasil predominam temperaturas elevadas na primavera-verão, porém, seu inverno, embora sujeito a máximas diárias elevadas, é uma estação mais caracterizada por temperaturas amenas e frias, principalmente no centro-sul da região, pelo efeito da latitude, altitude e maior participação da massa polar”, Nimer (1979, p. 404).

A cidade de Dourados (Figura 1) por ser a segunda maior cidade do MS, com população de 196.035 habitantes, e área total de 4.086,244 km<sup>2</sup>, é alvo de diversos estudos referentes às dinâmicas urbanas e ambientais, pois nas últimas décadas os meios de produção agroindustriais instalam-se na cidade em número cada vez maior, e conseqüentemente a malha urbana passou por recorrentes modificações, Santos (2014).

Os períodos outono/inverno são confortáveis, já o contrário ocorre na primavera/verão, onde o calor provoca desconforto térmico, e assim, Dourados apresenta diferenças de amplitudes térmicas mensais, principalmente no inverno, com uma média de 15° C. A continentalidade é fator climático importante no estabelecimento do clima de Dourados, se considerado que, os fatores climáticos imprescindíveis que promovem a sensação de conforto térmico no outono/inverno são a latitude e altitude, Parra (2001).

O clima de Dourados, conforme a ampla classificação de Köppen é do tipo CWA, ou seja, clima mesotérmico úmido com duas estações bem definidas, com verões quentes e inverno seco. Portanto, as sensações térmicas obedecem duas variações térmicas bem distintas, onde as temperaturas mais baixas ocorrem entre os meses de maio a agosto, em contraposição as temperaturas mais altas, ocorrem de setembro a abril, Fietz e Fisch (2008), tal condição é

possível devido à sua posição latitudinal com influência direta da mTa, mTc e mPa, Schneider (2012).

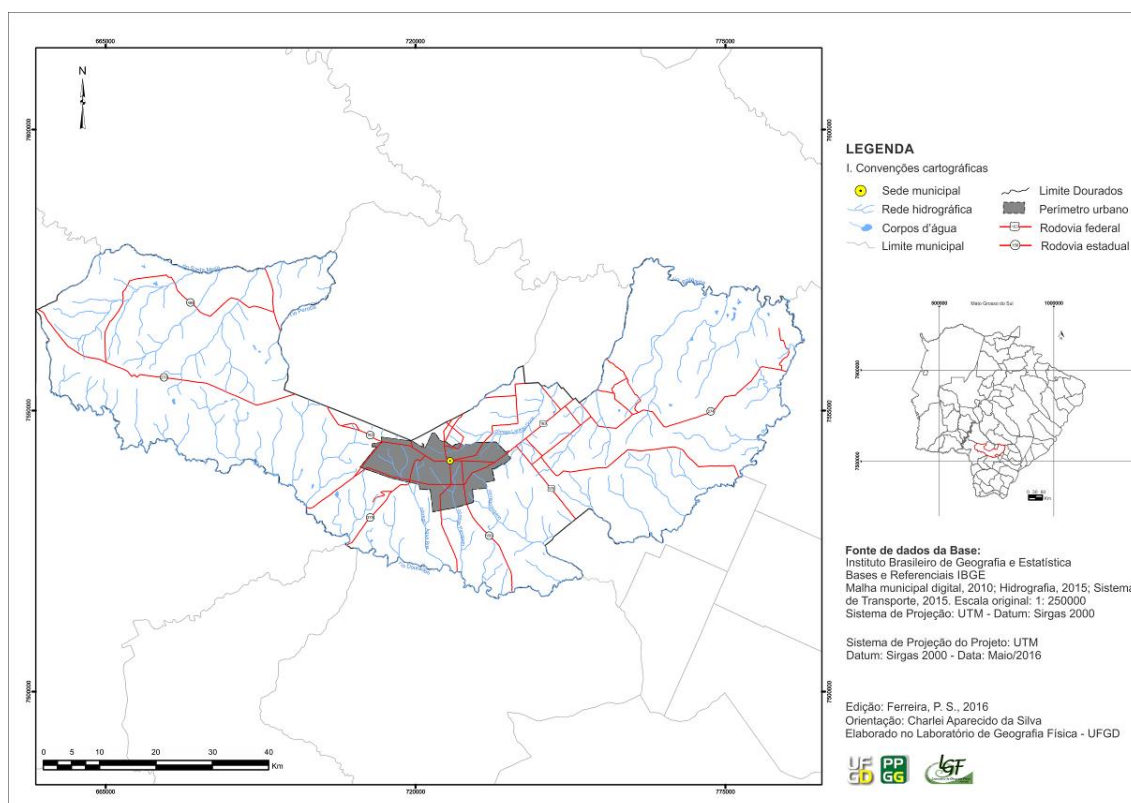


Figura 1 – Mapa de localização e perímetro urbano de Dourados/MS.

Zavatini (1992) estabelece discussão acerca da dinâmica climática da região de Dourados, demonstrando que pelo fato da cidade possuir altitude de 450 metros, ou seja, mais baixa se comparado com outras cidades vizinhas do centro-sul do estado, é mais quente, porém seus invernos podem apresentar até mesmo temperaturas próximas de 0°C, e por vezes mais baixa. Sabendo que, a característica climática de maior relevância do centro-sul, pauta-se nas temperaturas, as quais são baixas no outono-inverno, com recorrentes geadas. Essas condições do tempo acabam por contribuir com as doenças relacionadas ao CID-10.

Suas estruturas urbanas principalmente as das últimas décadas tem se intensificado de forma espantosa, e tal ocorrência tem se consolidado “quantitativamente e qualitativamente no aumento do número de bairros, de residências, prédios, arruamentos e outros elementos ligados à infraestrutura urbana”, Schneider (2012, p. 54).

Gomes (2012) analisa o conforto e amplitudes térmicas do perímetro urbano da cidade de Dourados/MS. Como resultado, aponta que a cidade tem ganho de energia a partir dos insumos urbanos próprios, possui alteração da ventilação conforme o adensamento da área e apresenta ilhas de calor em determinados pontos. Em consequência do processo de urbanização, é sentido

na cidade o desconforto térmico, o qual gera problemas de ordem coletiva (higiene pública) e de ordem individual (desempenho humano).

Monteiro (1976, p. 95) em sua tese discorre sobre o Sistema Clima Urbano (SCU), “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Então “o espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere”.

Monteiro (1976), salienta que tanto a implosão demográfica, quanto a explosão das atividades industriais, os espaços urbanos assumem uma total responsabilidade no máximo impacto a partir das atividades humanas com toda sua organização e recorrente deterioração do ambiente.

E, portanto o subsistema físico-químico II, a Qualidade do Ar é o canal que está em efetiva evidência às considerações de estudos inerentes aos impactos das emissões e concentrações de poluentes atmosféricos dentro do ambiente urbano. Sendo profícuo salientar que as formas degradativas do ambiente e da saúde humana encontram-se inseridos nesse sistema que é apregoado por Monteiro (1976).

### **3. Os materiais e os métodos, os procedimentos e as técnicas da pesquisa**

A metodologia está calcada num roteiro teórico-metodológico que possibilitou análises e discussões do objeto de estudo a partir das considerações teóricas e práticas, no que se refere a concentração de poluição, será estudado apenas um indicador de Qualidade do Ar, isto é, os Materiais Particulados Inaláveis (MPI).

Foram utilizados, embasados trabalhos de autores como CONAMA (2013); Monteiro (1976), entre outros que são mencionados na bibliografia. Sendo estes de suma importância na extração dos conceitos inerentes aos elementos climáticos, fatores geográficos do clima, padrão de comportamento da atmosfera e sua sazonalidade, poluição atmosférica, padrão de qualidade do ar e saúde.

A mensuração amostral das concentrações do poluente MPI (fino  $<2,5\mu\text{m}$  e grosso na faixa de  $2,5\mu\text{m}$  a  $05\mu\text{m}$ ) na pesquisa foi realizada com equipamento eletrônico Datalog *INSTRUTEMP Handheld Laser Particle Counter MODEL P311* da marca *Airy Technology* (Figura 2), nos meses de Agosto de 2013 à Janeiro de 2014, que abrangerá as estações de inverno, primavera e verão, num total de nove pontos (bairros) de amostragem em diferentes dias.

Esse equipamento amostra a quantidade de particulados por meio de contagens, as quais estão presentes no ambiente externo. O equipamento permite amostragens de partículas de diâmetros  $0,5\mu\text{m}$ ;  $2,5\mu\text{m}$  e  $5,0\mu\text{m}$  por metro cúbico ( $\text{m}^3$ ), com a capacidade de registro de até oito mil pontos.

No momento das amostragem dos particulados, será utilizado uma plataforma de ferro zincado, para que o P311 seja estacionado a uma altura de 1,50 metros (Figura 3), ou seja, a altura média em que as pessoas respiram, e a cada 5 minutos será dado o *start* para a amostragem dos MPI's, esse procedimento será executado em três momentos do dia, ou seja, manhã, início tarde e fim da tarde, num total de três horas por período (matutino e vespertino), totalizando nove horas de observação e registro de cada dia.

Após a coleta das amostras de MPI, foi necessário utilizar equações para conversão aritmética dos quantitativos dos particulados para a quantidade em massa e de concentração por  $m^3$ .

As classificações das concentrações do poluente MPI nos períodos amostrados será preliminarmente, para conjecturar sobre a atual condição da qualidade do ar da cidade de Dourados e, para isso, foram utilizadas as classificações pela CETESB (2013), a qual interpreta a Resolução do CONAMA nº 03/90 de forma didática e de simples leitura, como segue a tabela 1.



**Figura 2** – Equipamento P311



**Figura 3** – Plataforma

Para a obtenção dos dados quantitativos das morbidades hospitalares e óbitos totais do CID-10- Doenças do aparelho respiratório, do intervalo de Agosto/2013 a Janeiro/2014, será consultado o DATASUS (Tecnologia da Informação a Serviço do SUS) na base on-line SIH/SUS (Sistema de Informações Hospitalares do SUS) no sítio <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/nims.def>>, o qual fornece dados quantitativos reais das internações por deficiência respiratória.

Tabela 1 – Índice Geral de Qualidade do Ar segundo CETESB 2013.

Qualidade	MPI - $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Significado
<b>BOA</b>	0 – 50	Praticamente não há risco à saúde
<b>REGULAR</b>	>50 – 150	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
<b>INADEQUADA</b>	>150 e <250	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
<b>MÁ</b>	$\geq 250$ e <420	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
<b>PÉSSIMA</b>	$\geq 420$	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.










Fonte: Santos (2016, p. 357)

No bojo das compreensões e dos apontamentos de pesquisas de Santos (2014; 2016), Santos e Silva (2013; 2014a; 2014b) e Silva (2014) foram essencialmente expressivos na completude do roteiro teórico-metodológico-prático, ora apresentado, principalmente por discutirem e apresentarem de forma detalhada os procedimentos técnicos necessários para coleta dos dados e a análise dos resultados da pesquisa ora apresentada.

#### 4. Resultados e discussões: amostragem da qualidade de Dourados (MS) e suas consequências

No decorrer da pesquisa foram coletadas amostras de nove pontos/locais distintos na cidade de Dourados (tabela 2), cada ponto tem amostragem da contagem de MPI de diâmetros  $0,5\mu\text{m}$ ;  $2,5\mu\text{m}$  e  $5,0\mu\text{m}$  com um grupo total de 111 amostras por ponto/local e em seguida convertidas em massa e posteriormente em concentração/ $\text{m}^3$ . As coletas deram-se nos dias 16/08/2013, 30/08/2013, 13/09/2013, 20/09/2013, 27/09/2013, 06/11/2013, 27/11/2013, 21/01/2014 e 31/01/2014. Serão apresentados os resultados por meio de tabelamento e intrínsecas descrições físicas e de uso social dos locais demonstrados por meio de imagens.

Tabela 2 – Amostragens dos particulados

PONTO/ LOCAL DATA	CARACTERÍSTICAS DO ENTORNO	CLASSIFICAÇÃO DAS AMOSTRAGENS DOS PARTICULADOS-CETESB(2013)					MÉDIA CONCENTR. AÇÃO- $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		BOA	REGULAR	INADEQUADA	MA	PÉSSIMA	
Ponto 01 – Rua Corredor 2 com Corredor 11, Sitiocas Campinas Verde 21/01/2014		41	40	14	11	5	123,97
Ponto 02 – BR. 163 – Trevo de Dourados a Ponta Porã/MS – “Trevo da Bandeira” – JD. Vista Alegre. 31/01/2014		65	43	2	1	0	55,44
Ponto 03 – Rua Rayel Bom Faker com a Pireza Carmo Alves, JD. Água Boa. 06/11/2013		104	6	1	0	0	22,68
Ponto 04 – Av. Marcelino Pires com a Santos Dumont – Centro. 16/08/2013		94	17	0	0	0	33,01
Ponto 05 – Rua Presidente Kenedy com a Wanilton Finamore, Centro. 27/09/2013		107	4	0	0	0	21,57
Ponto 06 – Av. Marcelino Pires com a Dr. Nelson de Araújo, Centro. 30/08/2013		62	49	0	0	0	51,76
Ponto 07 – Av. Presidente Vargas com a Monte Alegre, JD. Central. 13/09/2013		72	39	0	0	0	45,34
Ponto 08 – Ponta Porã com a Firmino Vieira de Matos, Vila Progresso. 20/09/2013		110	1	0	0	0	15,63
Ponto 09 – Rua José Roberto Teixeira com a Liberato L. de F. Laguiche, JD. Flórida II. 27/11/2013		101	10	0	0	0	27,11

Fonte: Santos (2014) - Organização: Santos V. A. (2016).

E de acordo com o SIH/SUS (Sistema informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde – SUS), o número de casos registrados de entrada em hospitais, no período de Agosto/2013 e Janeiro de 2014, referentes ao CID-10, ou seja, doenças do aparelho respiratório, é número de 922 internações, sendo que o total, 118 são óbitos. A tabela 3, registra o número de internações em listagem de morbidade, em total mensal e de óbitos do CID-10.



Tabela 3 – Resumo das Concentrações para 9h

Período: Agosto/2013 a Janeiro/2014							
Lista Morbidade / CID-10 - Doenças do aparelho respiratório	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13	jan/14	Total
Faringite aguda e amigdalite aguda	6	0	1	3	1	1	12
Laringite e traqueíte agudas	1	1	1	1	0	0	4
Outras infecções agudas das vias aéreas superior	2	12	8	6	1	5	34
Pneumonia	121	83	80	79	100	68	531
Bronquite aguda e bronquiolite aguda	29	12	3	0	1	2	47
Outras doenças do nariz e dos seios paranasais	1	2	3	1	2	0	9
Doenças crônicas das amígdalas e das adenóides	6	6	5	2	3	5	27
Outras doenças do trato respiratório superior	3	2	1	5	1	1	13
Bronquite enfisema e outr doença pulm. Obstr. Crôn.	12	22	10	17	14	12	87
Asma	3	2	5	3	4	1	18
Bronquiectasia	0	0	1	0	0	0	1
Outras doenças do aparelho respiratório	34	24	24	15	31	11	139
Total Morbidade	218	166	142	132	158	106	922
<b>TOTAL ÓBITOS / CID-10</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>118</b>

Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)  
Acessado em 08 de maio de 2016. Organização: Santos V. A. (2016).

Nos períodos já mencionados, é chegado aos resultados de concentração, os quais estão descritos na tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Resumo das Concentrações para 9h de amostragem ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Data	MPI (9h)	Média de Concentração
16/08/2013	33,01	44,05
30/08/2013	51,76	
13/09/2013	45,34	
20/09/2013	15,63	
27/09/2013	21,57	
06/11/2013	22,68	
27/11/2013	27,11	
21/01/2014	123,97	
31/01/2014	55,44	

Fonte: Santos (2014) - Organização: Santos V. A. (2016).

Pode-se destacar de forma classificatória dois Padrões de Qualidade do Ar (PQA), o *Padrão Primário* (PQA/PP), o qual diz respeito às concentrações de poluentes que quando ultrapassadas, tem grande capacidade de afetar a saúde humana, bens e materiais. Já o *Padrão Secundário* (PQA/PS) é a classe de concentração de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar humano, bens e materiais e, assim como o mínimo dano ao meio ambiente em geral, conforme a Resolução CONAMA N° 03/1990.

Analisando a resolução CONAMA 03/1990, a mesma indica que, as Partículas Inaláveis (na ordem de 0 à  $10\mu\text{m}$  de diâmetro) tem por padrão primário e secundário uma concentração média aritmética anual de 50 microgramas por metro cúbico, e uma concentração média de 24 horas de 150 microgramas que não deve ser excedida mais que uma vez ao ano.

Portanto tomou-se como base de parâmetros os índices classificatórias da CETESB (2013), descritas na tabela 1 para média de concentração de 24h. Para assim conjecturar de forma inicial a condição de concentração de MPI para a cidade de Dourados/MS.



Conforme a tabela 3, os pontos amostrais de concentração diários que são amostrados demonstram que os pontos 01 ( $123,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 02 ( $55,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e 06 ( $51,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) atingiram valores que expressam uma qualidade do ar regular, isso devido ao grande fluxo de trânsito no local, e por existir vias com solo exposto, ou seja, “ruas de terra”, porém se enquadra PQA/PS conforme o CONAMA 03/90, ou seja, que apresentam o mínimo de efeito nocivo a saúde humana e à fauna e flora.

Os pontos 03 ( $22,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 04 ( $33,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 05 ( $21,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 07 ( $45,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 08 ( $15,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e 09 ( $27,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pode-se constatar que estão abaixo da concentração que possa causar algum dano mais crônico ou agudo à saúde, enquadrando-se também na classificação de PQA/PS, conforme o CONAMA 03/90.

O gráfico 1 a seguir, demonstra a proporção de ocorrências das morbidades hospitalares, isto é, as internações em listagem mensal por tipo de doença do aparelho respiratório (CID-10). Sabendo que, o total das enfermidades relacionadas às deficiências do trato respiratório são 922 internações, desse total 118 óbitos foram constatados. Salienta-se que no mês de agosto que compreende a estação de inverno, na qual as condições dos tipos de tempo são caracterizadas pela alternância de massas tropicais e polares, por períodos de estiagem prolongados, baixos índices de umidade relativa, resumidamente tipos de tempo que favorecem a concentração de partículas sólidas no ar, nota-se que o número de ocorrências das morbidades são mais elevadas.

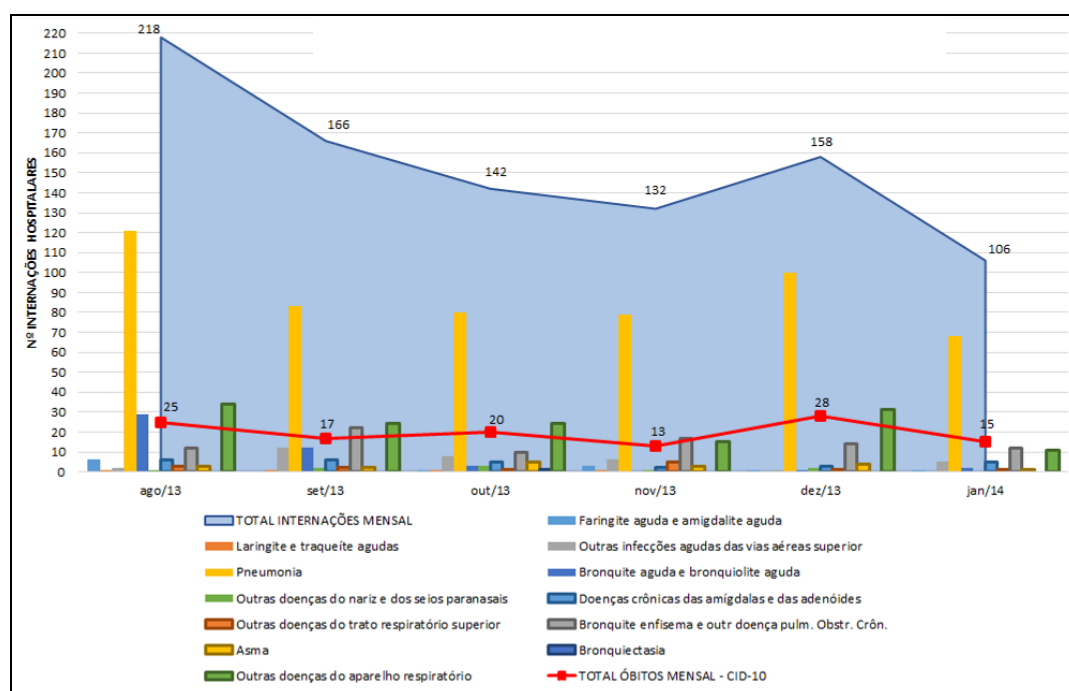


Gráfico 1 – Morbidade Hospitalar/Óbitos – CID 10 – Agosto/2013 a Janeiro/2014  
 Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)  
 Acessado em 08 de maio de 2016. Organização: Santos V. A. (2016).

Os registros da tabela 3 subsidiaram a produção do gráfico 1, o qual está disposto na forma de gráfico combinado para melhor visualização do comportamento dos dados para o período de registro das morbidades e óbitos do CID-10. Os meses que obtiveram maior número de internações hospitalares do CID-10 foram, agosto com 218 e setembro com 116 internações respectivamente, coincidindo, portanto com a estação de inverno, a qual é caracterizada por sua estabilidade do tempo influenciada pelas massas de alta pressão. E de outubro a janeiro se constata a diminuição dos casos hospitalares, que compreende as estações de primavera e verão (influência da baixa pressão). Porém, o maior número de óbitos mensais, deu-se no mês de dezembro com total de 28 mortes, seguido do mês de agosto com 25, outubro com 20, setembro com 17, janeiro com 15 e novembro com 13 óbitos.

Analizando os dados totais de morbidade/óbito da tabela 3, o maior número de morbidades do CID-10 deram-se em agosto (inverno), e os dados amostrais de concentração de MPI descritos na tabela 4 demonstram que houve apenas um ponto/local com concentração “*regular*”, o mês de agosto, outras duas recorrências de concentração “*regular*” expressaram-se apenas no mês de janeiro (fim do verão início do outono), na qual o número de internações foi o menor do período.

Porém, mesmo que por meio das amostragens estabelecidas nessa pesquisa, não se possa fazer ainda, uma correção direta da poluição atmosférica como sendo o determinante nas deficiências do aparelho respiratório, isto é, nas morbidades hospitalares do CID-10 como resultado do evento de concentração de poluentes, sabe-se que os mesmos podem afetar de forma deletéria e irreversível a saúde humana. O que se percebe com clareza nesse momento é a necessidade de compreender como a produção do espaço de cidades médias e pequenas do Brasil continental vêm ocorrendo e como isso tem correlação com a qualidade do ar e, por consequência, com a saúde da população – isso até o presente momento está sendo negligenciado.

Os estudos estatísticos do Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural - CONPET (2006) no Brasil, por exemplo, evidenciam associações de poluentes (em específico o material particulado - MP) com as crescentes admissões das internações nos hospitais, ou seja, morbidades hospitalares tanto de adultos como de crianças. As evidências mostram-se de forma concreta, ainda mais quando se destaca as elevações dos casos de agravamento do sistema respiratório por patologia asmática, existência de doenças pulmonares obstrutivas crônicas, pneumonias, infecções do aparelho respiratório superior, insuficiência cardíaca, além de arritmias cardíacas diversas.

Em especial pode-se falar sobre a poluição atmosférica e da análise da qualidade do ar, como sendo um estudo recente na história de Dourados, e devido aos processos econômicos que se estabelecem e, portanto sem medidas preventivas realmente aplicadas à conservação e

manutenção ambiental, a qualidade do ar sem sombra de dúvidas será prejudicada, e assim, ocorrência de sérios agravantes na saúde da população, sendo que toda poluição que é lançada na atmosfera por emissões industriais, automotivas, queima de biomassa e revolvimento de solos descobertos, as deficiências respiratórias se darão em caráter paulatino.

## 5. Considerações

A pesquisa, os resultados encontrados, analisados conforme indica a Resolução do CONAMA 03/90 e o Relatório de Qualidade do Ar da CETESB (2013), demonstra que é possível inferir que concentrações de material particulado presentes na atmosfera urbana de Dourados/MS compromete a qualidade do ar e isso deve-se as características da área analisada e o processo de produção do espaço urbano. Também, é possível *a priori*, compreender por meio de estudos iniciais, a correlação existente entre as internações, morbidades hospitalares e óbitos do CID-10 ocorridas concomitantemente ao período de amostragem da concentração de MPI na cidade. Principalmente no mês de agosto, momento no qual as condições, as características do *tempo* não favorecem a dissipação dos poluentes na atmosfera.

Fazer-se uma correlação direta, objetiva, entre a qualidade do ar e o número de internações hospitalares do CID-10 é um grande desafio. Nesse momento sabe-se que é necessário, para confirmação da correspondência das morbidades do aparelho respiratório com a concentração de poluentes, a continuidade de amostragens por um período maior de observação e registro em anos subsequentes, para que aí sim, possa-se afirmar com precisão sobre a real qualidade do ar da cidade e sua interferência na saúde humana de fato uma série de longo prazo é fundamental. Além disso, deve-se existir análises de outros poluentes como monóxido de carbono, ozônio, óxidos de nitrogênios entre outros, para que em um relatório de *Qualidade do Ar de Dourados* tenha concretude no seu resultado final, em conformidade com o PQA nacional estabelecido pelo CONAMA 03/90.

Estes estudos iniciais em Dourados, Mato Grosso do Sul, tomando como parâmetro o indicador de qualidade MPI, apontam que a condição de concentração do poluente da cidade está dentro do padrão exigido pela Legislação Federal, isto é, como adequado, a partir das nove amostragens de concentração, que vai de Agosto de 2013 a Janeiro de 2014. Porém, mesmo que ao final do estudo tenha demonstrado que o poluente MPI esteja dentro do que é considerado “Normal” ou “Bom”, ou seja, concentração do período amostrado é de 44,05 µg/m<sup>3</sup>, é sem sombra de dúvida, que a saúde humana pode ser prejudicada pelos poluentes, isto devido ao tempo de exposição, ambiente ao qual as pessoas estão inseridas, a dispersão dos contaminantes do ar pelos elementos meteorológicos, condição climática sazonal do local e até mesmo pela principal atividade econômica da cidade, que é agrícola e, portanto grandes locais possuem solo descoberto para plantio e colheita das culturas. Características essas que se repetem em muitas

cidades médias e pequenas do Brasil continental, principalmente aqueles onde as dinâmicas territoriais estão intimamente ligadas ao agronegócio e o plantio de monoculturas e/ou agropecuária extensiva – essas áreas também sofrem com queimadas rotineiras que contribuem para piora da qualidade do ar e afetam a saúde.

É a partir desse cenário que objetiva-se chamar à atenção do poder público municipal voltarem-se para o estabelecimento de pesquisas e políticas públicas inerentes às emissões e concentrações de poluentes na cidade, havendo ou não correlação com as morbidades hospitalares decorrentes do CID-10, visto que, conforme os dados do SIH/SUS apresenta para o período amostrado de Agosto/2013 a Janeiro/2014, houve 922 internações, sendo que desse total, 118 são óbitos por deficiência respiratória. E assim, possam estabelecer mitigações inerentes ao PQA e, conseqüentemente, promover qualidade de vida a todos os habitantes, sem inibir o desenvolvimento econômico e industrial. De fato busca-se contribuir na implementação de elementos que possam auxiliar na proposição de normativas e prerrogativas que minimizem os impactos ambientais, nesse caso específico representado pela qualidade do ar.

## 6. Referências bibliográfias

- Baird, C.; Cann, M. (2011). *Química ambiental*. 4ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 844 p.
- Companhia Ambiental do Estado De São Paulo – CETESB (2013). *Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo, 2012*. São Paulo: CETESB, 2013, 234p.
- Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural - CONPET (2006). *A saúde da população e a poluição atmosférica*. Programa Economizar, 2006, 28 p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABH9cAH/a-saude-populacao-a-poluicao-atmosferica>>. Acesso em Abril de 2012.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Resoluções do CONAMA 03/90: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e janeiro de 2012*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012, 1.126p.
- Departamento de Informática do SUS – *Datasus*. Ministério da Saúde. Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sih/cnv/nims.def>>. Acessado em 08 de maio de 2016.
- Fietz, C. R. e Fisch, G. F. (2008). *O Clima da Região de Dourados, MS*. Embrapa (MS), Documentos 92 – 2ª edição, Abril de 2008.
- Gomes, J. (2001). *Poluição atmosférica: um manual universitário*. Porto: Publindústria, 176 p.
- Gomes, S. T. (2012). *Clima urbano de Dourados (MS): uma análise a partir do processo de urbanização*. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, Dourados, MS.
- Helene, M. E. M. et al. (2009). *Poluentes atmosféricos*. São Paulo: Scipione, 63 p.
- Lora, E. E. S. (2000). *Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte*. Brasília: Aneel, 503 p.
- Monteiro, C. A. F. (1976). *Teoria e clima urbano*. São Paulo, USP/FFLCH, Tese (Livre-Docência).
- Naoum, P. C.; Mourão, C. A.; Ruiz, M. A. (1984). *Alterações hematológicas induzidas por poluição industrial em moradores e industriários de Cubatão, SP (Brasil)*. Ver. Saúde públ., São Paulo, 18: 271 – 7.

- Nimer, E. (1979). *Climatologia do Brasil*. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente – N° 4, Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente – SUPREN. Rio de Janeiro: IBGE, 422p.
- Santos, V. A. (2014). *A qualidade do ar de Dourados (MS): uma contribuição aos estudos de Clima Urbano com foco no subsistema físico-químico*. Universidade Federal da Grande Dourados. Mato Grosso do Sul: UFGD. Dissertação (Mestrado).
- \_\_\_\_\_. (2016). A qualidade do ar em Dourados/MS: uma contribuição aos estudos de clima urbano com foco no canal físico-químico. In: João Lima Sant'Anna Neto, Margarete C. de Costa Trindade Amorim e Charlei Aparecido da Silva. (Org.). *Clima e gestão do território*. 1ed. Presidente Prudente: PACO, p. 341-368.
- Santos, V. A.; Silva, C. A. (2013). *Abordagens climatológicas e Geografia da Saúde: espacialização de poluentes atmosféricos e suas relações com as morbidades hospitalares por infecção do trato respiratório nos habitantes de Dourados (MS) no período de 2008 a 2012*. In: X-ENANPEGE, 2013, Campinas (SP). X-ENANPEGE: Geografias, Políticas Públicas e Dinâmicas Territoriais. UFGD, v. 1. p. 9134-9145.
- \_\_\_\_\_. (2014a). *Procedimentos de pesquisa no canal físico-químico, mensurando a qualidade do ar das cidades: o exemplo de Dourados (MS)*. In: XI- Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica/ V Simpósio Paranaense de Climatologia/ Reunião da CoC-UGI, 2014, Curitiba (PR). XI- Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica/ V Simpósio Paranaense de Climatologia/ Reunião da CoC-UGI. Curitiba (PR): ABCLima, p. 24-37.
- \_\_\_\_\_. (2014b). O Sistema Clima Urbano (S.C.U.): procedimentos de pesquisa no subsistema físico-químico, mensurando a qualidade do ar. In: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho; Ercília Torres Steinke. (Org.). *Experimentos em Climatologia Geográfica*. 1ªed. Dourados (MS): Editora da UFGD, p. 35-53.
- Schneider, H. (2012). *Da dinâmica urbana às dinâmicas do clima: considerações sobre as cidade de Dourados/MS*. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS – nº 16 – Ano 9, p. 53-70.
- Silva, C. A. (2014). *Technique de recherche sur le climat urbain axee sur le sous-systeme physico-chimique*. In: Environnement et géomatique : approches comparées France-Brésil, 2014, Rennes. Environnement et géomatique : approches comparées France-Brésil. Rennes - França: USP/Université Rennes2, p. 379-386.
- Zavatini, J. A. (1992). *Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul*. Geografia, Rio Claro, v. 17, n. 2, p. 65-91.

## CLIMA Y CONFORT TÉRMICO A ESCALA LOCAL, ESTUDIO DE CASO EN CIUDADES CHILENAS.

P. Smith<sup>(a)</sup>, C. Henríquez<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografía/Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile  
pamelasmit@uchilefau.cl

<sup>(b)</sup> Instituto de Geografía/Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política, Pontificia Universidad Católica de Chile  
cghenriq@uc.cl

### Resumo

Nas últimas décadas, o estudo do clima nas áreas urbanas vem despertando crescente interesse, na medida em que eles têm encontrado problemas ambientais das cidades relacionadas a um maior ou menor grau, com os parâmetros que a definem. O estudo do clima urbano compreende diferentes escalas de análise espacial. Esta pesquisa trata, em primeiro lugar, o estudo dos espaços públicos ao ar livre em quatro cidades do Chile: Antofagasta, Vina del Mar, Chillán e Concepción e comportamento climático no nível local. Do exposto Chillán foi selecionado porque apresenta uma tendência positiva dos indicadores climáticos associados ao aumento das temperaturas extremas e a quantidade e frequência de eventos de ondas de calor do verão. Também a cidade de Chillan concentra um maior número de horas de luz do dia expostos ao desconforto térmico no calor do verão. Os resultados acima correspondem a um adiantamento de investigação através de uma abordagem metodológica mista que combina metodologias quantitativas considerados dados instrumentais, e qualitativa, busca entender como isso afeta o micro clima do uso dos espaços públicos, bem como avaliar as condições climáticas destes espaços e áreas urbanas em geral, entendendo que ela traz para melhorar a qualidade de vida na cidade.

**Palavras chave:** clima urbano, conforto térmico, ondas de calor.

### 1. Introducción

El acelerado proceso de urbanización experimentado en las últimas décadas a escala global se traduce en importantes alteraciones de origen antrópico asociadas al funcionamiento de la ciudad (Terradas *et al.*, 2011). La modificación del ciclo hidrológico, la fragmentación de hábitats, la contaminación y formación de un clima urbano específico corresponden a algunos de los impactos socio-ambientales producidos por la urbanización, debido a su intensa transformación del medio natural. En las últimas décadas, el estudio del clima en áreas urbanas ha venido despertando un interés creciente, en la medida que se han constatado problemas ambientales relacionados en mayor o menor grado, con los parámetros que lo definen.

El clima urbano resulta de las modificaciones locales que las superficies, materiales y actividades de las áreas urbanas provocan en los balances de energía, masa y movimiento al reemplazar las condiciones naturales previas (Arnfield, 2003). Se entiende como una perturbación local del clima regional (Montávez *et al.*, 2000) y se define por comparación de los rasgos climáticos al interior de la ciudad con aquellos presentes en su entorno rural próximo (Stewart & Oke, 2009). Entre las características del clima urbano destacan la formación de islas

de calor, sequedad, frío y humedad, las cuales pueden llegar a ser un factor de riesgo, favoreciendo la ocurrencia de enfermedades respiratorias, situaciones de discomfort y estrés térmico, entre otros.

A lo ya expuesto, se añaden los cambios que está experimentando el clima global. Los antecedentes contenidos en los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) para los años, 1995, 2001, 2007 y 2013 confirman la existencia de un proceso de cambio climático y ratifican, con un 95% de seguridad, su vínculo con factores antropogénicos, destacando la necesidad de generar información y herramientas de planificación, que apunten enfrentar los cambios globales.

El hombre tiene necesidad de mantener su organismo a una temperatura constante en torno a un valor de 37°C. La temperatura corporal puede verse afectada por las condiciones ambientales del entorno y aun cuando esto no signifique un riesgo para la salud, sí puede incidir en el nivel de satisfacción de las personas y en consecuencia, en su experiencia, modificando el uso y permanencia en un lugar expuesto a condiciones poco favorables. En este contexto, el concepto de confort climático es fundamental en la planificación de una ciudad.

La presente investigación aborda el estudio del confort térmico a escala local en cuatro ciudades chilenas; en primer lugar, las ciudades costeras de Antofagasta y Viña del Mar, ubicadas a la latitud 23° 39' S y 33° 02' S respectivamente, y luego, las ciudades de Chillán y Concepción ubicadas a similar latitud (36° 36' S y 36° 49' S), la primera, en el interior y la segunda en la costa. Este estudio se enmarca en una investigación mayor que aborda el estudio

Tabla 1 - Ciudades en estudio

Ciudad	Lat.	Pobl. (1)	Área urbana(2)	Clima (3)	T° X anual(4)		N° log tag
					Est. rural	Est. Urb.	
Antofagasta	23° 39'	346.126	3.283,9	Desértico con nublados abundantes (Bwn)	17,4	19,5	9
Viña del Mar	33° 02'	311.399	7.216	Templado cálido con lluvias invernales y gran nubosidad (Csbm)	13,4	16,1	16
Concepción	36° 49'	229.684	7.419, 4	Templado cálido con lluvias invernales y gran humedad (Csbm's)	14,4	16,2	12
Chillán	36° 36'	175.869	2.749,5	Templado cálido con lluvias invernales (Csb)	14,4	15,5	8

## 2. Metodología

La investigación se desarrolla a través de una aproximación metodológica mixta, que combina métodos de naturaleza cualitativa y cuantitativa. Esta etapa de la investigación presenta un enfoque principalmente cuantitativo. La información cuantitativa es generada a partir de fuentes secundarias pre-existentes, del procesamiento de imágenes satelitales y del levantamiento de datos en terreno, a través de la observación y medición instrumental.

En primer lugar se caracterizan las ciudades escogidas a partir del análisis de indicadores de tendencia climática calculados con el Software CLIMPACT de R para todas las ciudades capitales chilenas, con excepción de la ciudades que no cuentan con datos históricos de temperatura atmosférica y precipitación, Rancagua y Talca, capitales de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins y Maule respectivamente, en esta última se trabaja con la ciudad de Curicó, ubicada a 65 kilómetros al norte de la capital, en una longitud similar. Se considera el período 1970 – 2015 y se analizan principalmente aquellos indicadores asociados a episodios de temperaturas extremas y olas de calor citados en la tabla 2.

Tabla 2 - Indicadores de Tendencia climática analizados.

Índice	Nombre	Unidad
SU25	Conteo anual cuando $T^{\circ} \text{ max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	Días
SU30	Conteo anual cuando $T^{\circ} \text{ max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	Días
SU35	Conteo anual cuando $T^{\circ} \text{ max} \geq 35^{\circ}\text{C}$	Días
WSDI6	Duración olas de calor (6 días)	Días
WSDI2	Duración olas de calor (2 días)	Días
TX50P	Días por encima del promedio	%

Fuente: Elaboración propia.

En una segunda etapa se estudia el confort para cada ciudad estudiada considerando la propuesta de Zonas de Confort de Olgyay (1967) a partir del comportamiento de la temperatura atmosférica y humedad relativa del aire. Olgyay propuso una zona de confort que se encontraba entre los 21,1 y 26,7°C para una humedad relativa que oscila entre 20 y 80%. Lo anterior fue definido para la latitud 40° para un arropamiento de 1 clo, que corresponde a una unidad arbitraria para determinar el grado de aislamiento de una prenda de vestir y un índice metabólico de 1,5 que corresponde a un paseo ligero. El autor plantea una metodología de adaptación basada en la localización de las ciudades, indicando que por cada 5° menos de latitud, debían sumarse 0,4°C al límite superior de la zona de confort. Se identifican las horas expuestas a condiciones de confort y desconfort térmico en la estación de primavera y verano de acuerdo a los límites indicados en la tabla 3.



Tabla 3 - Límites de la zona de confort de las ciudades estudiadas.

Ciudad	Latitud	Dif. con Olgyay (°)	Aumento límite superior (°C)	Límite superior	Límite Inferior
Antofagasta	23	13	1,04	27,74	21,1
Viña del Mar	33	7	0,56	27,26	21,1
Chillán	36	4	0,32	27,02	21,1
Concepción	36	4	0,32	27,02	21,1

### 3. Resultados

#### 3.1. Índices climáticos

Los resultados obtenidos con el software CLIMPACT a partir de las series de datos de temperaturas atmosféricas mínimas, máximas y precipitación total diaria, demuestran una heterogeneidad en la tendencia climática de las últimas décadas en las diferentes capitales regionales de Chile. En la representación gráfica de la tendencia de los seis indicadores seleccionados se observan dos grupos de ciudades, aquellas que presentan valores positivos asociados a aumento y los que presentan valores negativos, asociados a disminución. De las ciudades estudiadas, Antofagasta es la única que presenta una disminución a los días por sobre el promedio (indicados TX50p en figura 1), en un porcentaje del 2% por década, las ciudades de Concepción y Chillán pese a ser las que se localizan más al sur, presentan un aumento que supera levemente el 1%. Valparaíso, localizada inmediatamente al sur de la ciudad de Viña del Mar casi no muestra variación, comportamiento que se mantiene en todos los indicadores analizados.

Con excepción de los días con temperatura máxima mayor o igual a 25°C (SU25) que muestran un aumento, todos los indicadores restantes presentan una tendencia negativa en la ciudad de Antofagasta.

Las ciudades de Concepción y Chillán por el contrario muestran valores prácticamente iguales de tendencia positiva en todos los indicadores analizados, asociados al aumento de las temperaturas máximas y la ocurrencia de olas de calor. Chillán supera levemente a Concepción en los indicadores WSDI2 y WSDI6, que corresponden a la frecuencia de eventos de olas de calor de dos y seis días de duración respectivamente.

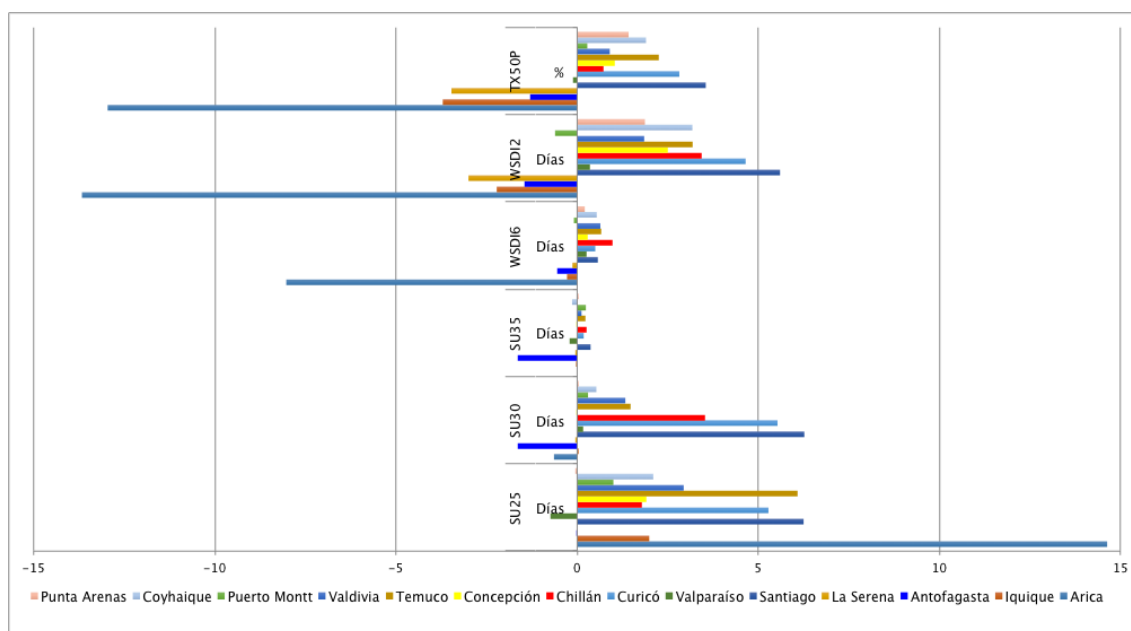


Figura 1 - Indicadores de tendencia climática de las ciudades capitales chilenas asociados al comportamiento de las temperaturas máximas y las olas de calor.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Confort térmico a escala local

Para el cálculo de confort térmico de la ciudad se escogieron estaciones meteorológicas representativas de las áreas urbanas, localizadas en áreas construidas cercanas al centro de cada una de las ciudades. El gráfico (figura 2) muestra como se distribuyen las horas diurnas (entre las 8 am y 10 pm) durante el año, clasificadas en situaciones de Confort y Disconfort Térmico, este último asociado a Disconfort por calor. Las horas restantes corresponden a aquellas cuya temperatura atmosférica se encuentra bajo el límite inferior de la zona de confort definida en la tabla 3.

La ciudad que presenta un mayor número de horas de disconfort térmico diurno es Chillán, destacando la proporción de horas de disconfort por calor concentradas principalmente en verano. Las ciudades de Concepción y Viña del Mar registran una importante proporción de horas con disconfort por frío, con temperaturas que se encuentran por debajo del límite inferior de 21,1°. Antofagasta, pese a su latitud, concentra el menor número de horas en confort térmico, lo que puede deberse en parte a su ubicación costera, pero además a las bondades de la orientación que predomina en su trama urbana que favorece la entrada y circulación de los vientos de mar a tierra durante el día.

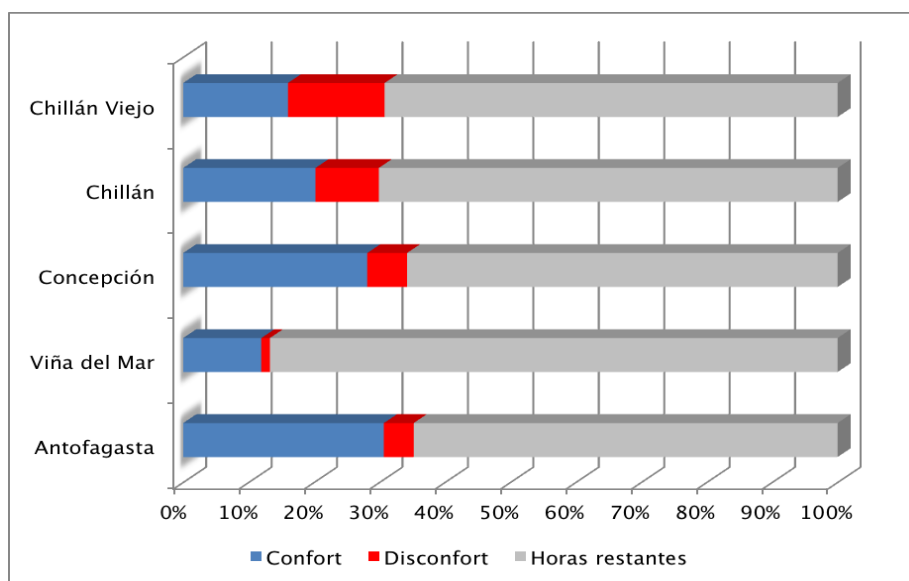


Figura 2 - Horas de Confort y Disconfort Térmico en las ciudades estudiadas.

Fuente: Elaboración propia.

La mayor cantidad de horas asociadas a Disconfort térmico se presentan en la estación de verano, distribuidas durante el día con un pic cercano a las 16:00 hrs.

Por lo anteriormente expuesto se analiza más profundamente la ciudad de Chillán y se escoge además un día de verano promedio para espacializar las zonas de confort y disconfort térmico en la ciudad a partir de la interpolación de temperaturas a las 16:00 hrs.

### 3.3. Espacialización del Confort térmico en la ciudad

Todos los puntos que en la ciudad de Chillán registran temperatura atmosférica registran horas de disconfort por calor, incluso el que se encuentra ubicado en una parcela de agrado al norte (figura 13). Dos registradores hobos presentan la mayor cantidad de horas en que la temperatura excede el límite superior de la zona de confort, 27,02°C, el ubicado en el hospital de la ciudad, en los límites del centro de la misma y el que se encuentra en Chillán Viejo, pese a encontrarse cercano al principal espacio público de esa comuna, Parque Monumental Bernardo O'Higgins, y a que esta zona posee una gran cantidad de vegetación al interior de las viviendas, principalmente como huertos familiares. Igualmente se registra una importante proporción de horas en situación de confort.

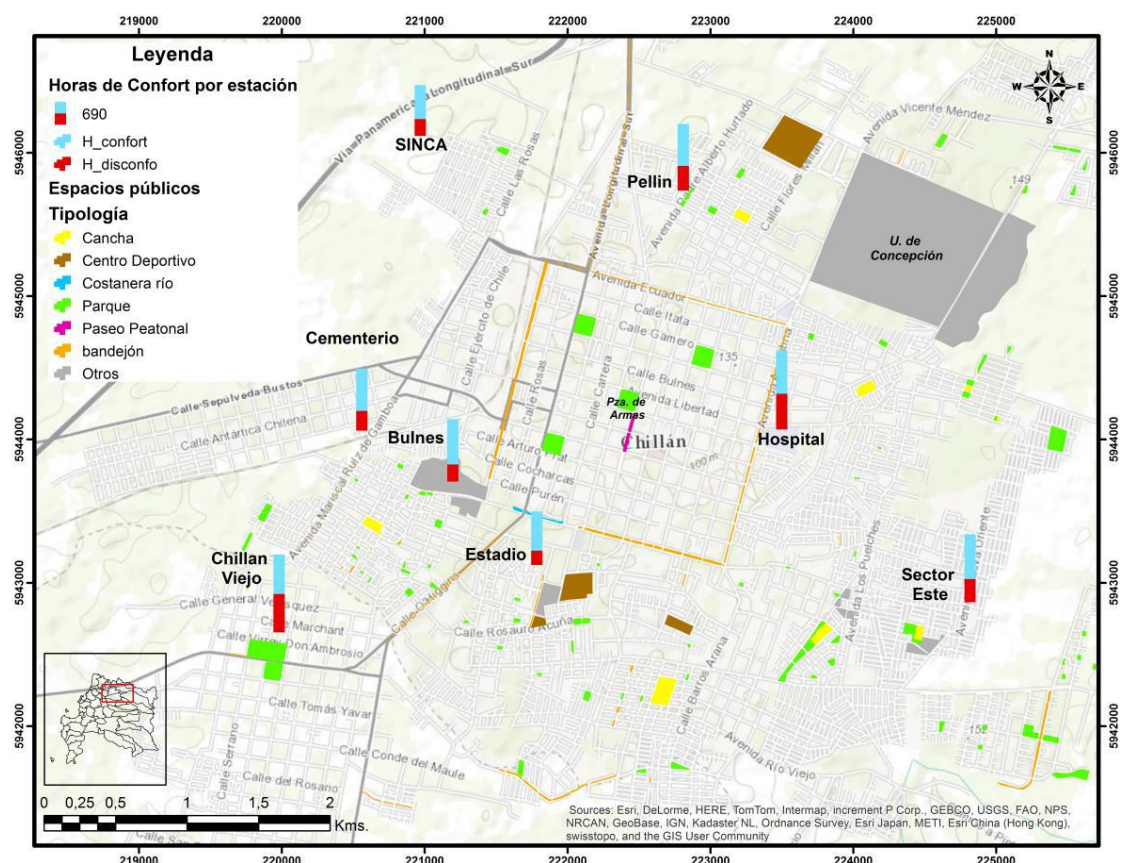


Figura 3 - Horas de Confort y Disconfort Térmico por estación meteorológica en la ciudad de Chillán.

Fuente: Elaboración propia.

Incluso en invierno se registran horas con desconfort por calor, aunque en un porcentaje cercano al 1%, al igual que en otoño. En Chillán el confort se presenta en verano, primavera y otoño, de mayor a menor cantidad de horas, en invierno, al igual que en las ciudades de Viña del Mar y Concepción, no se registran horas cuya temperatura atmosférica se entre dentro de los límites fijados para el confort. El desconfort por frío se presenta durante todas las estaciones, en verano casi exclusivamente concentrado en las noches y madrugadas, y alcanza prácticamente el 100% de las horas de la estación de invierno.

Si se considera la adaptación propuesta por Olgyay para los límites de la zona de Confort, toda la ciudad se encuentra en una situación de desconfort térmico por calor en una tarde de un día promedio de verano. Por lo anterior, el mapa muestra las zonas de confort y desconfort que resultan de la aplicación de la propuesta de Olgyay, que resulta en una zona de confort térmico que en verano va de 21,1 a 27,02°C en la ciudad estudiada. Como se observa en la figura 23, la zona de confort térmico ingresa a la ciudad por el nor poniente, asociada a una isla de frescor. Cruza el centro de la ciudad en su extremo poniente. A esta escala el paseo peatonal de la ciudad se encuentra dividido en dos segmentos, su sección norte se encuentra sobre el límite superior de la zona de confort y su sección sur se encuentra dentro de esta. Dos islas de calor se



reconocen en la ciudad, las que en consecuencia determinan situaciones de disconfort térmico por calor, como se observa en la comuna de Chillán Viejo.

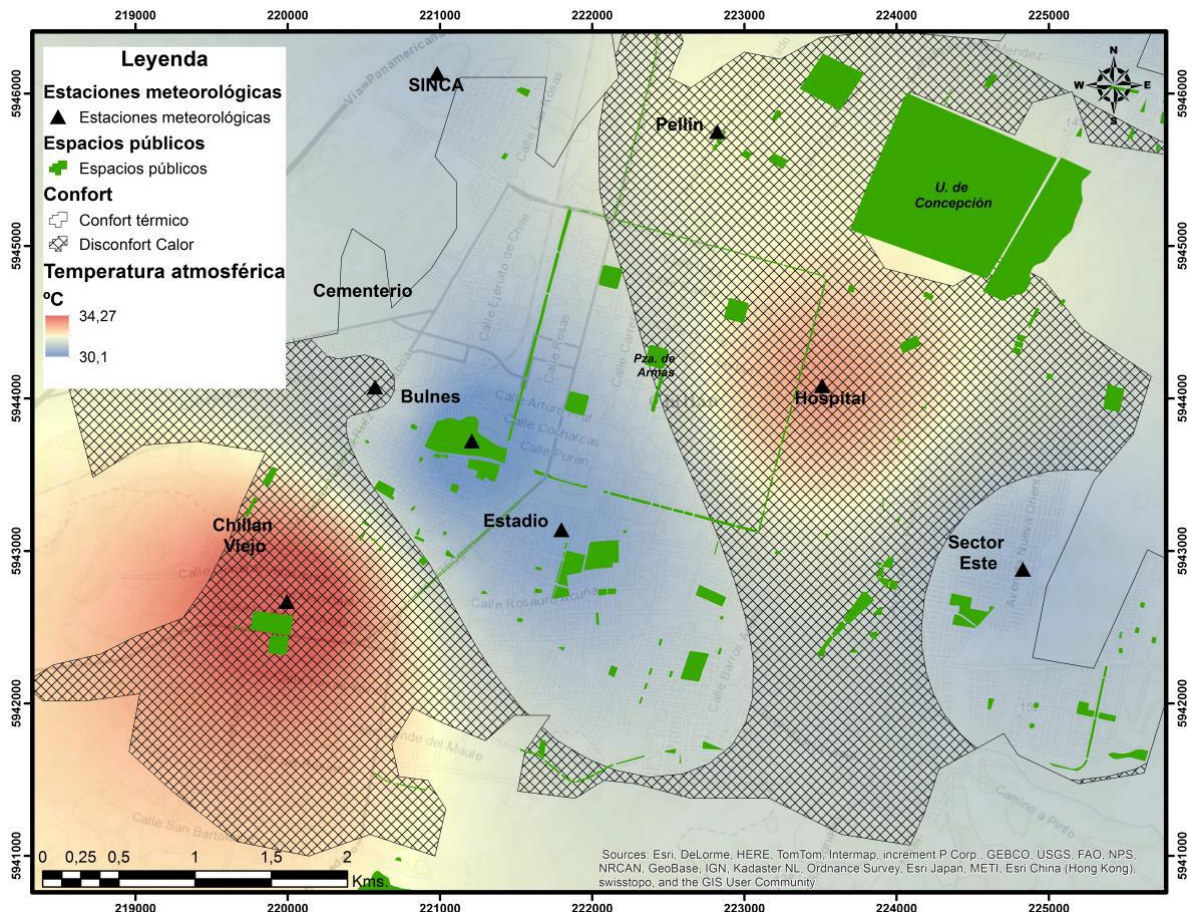


Figura 4 - Espacialización Temperatura atmosférica y zona de Confort y Disconfort Térmico en un día promedio de verano en la ciudad de Chillán.

Fuente: Elaboración propia.

Las temperaturas a las 16 horas del día 17 de enero, día que posee el promedio más alto del verano 2014-2015, oscilan entre 32,3 y 37,2 lo que significa que toda la ciudad se encuentra en disconfort por calor.

#### 4. Reflexiones finales

Pese a su latitud, a escala local la ciudad con mayor disconfort térmico es Chillán, y esto se demuestra tanto por el número de horas al año asociadas a esta condición, como al observar espacialmente la distribución, con un gran número de espacios públicos afectados por disconfort por calor durante la tarde de un día promedio, y más aún, durante la tarde del día más caluroso del verano. Por otra parte, la ciudad de Antofagasta, aun cuando corresponde a

la ciudad más septentrional estudiada, registra el mayor número de horas asociada a confort térmico, principalmente en verano y en las estaciones intermedias, primavera y otoño. Lo que puede deberse en parte a la orientación de la trama urbana, al menos en su parte fundacional, que permite la entrada de los vientos desde el mar, generando una mayor ventilación de la ciudad.

Lo anterior es consistente también con la tendencia observada durante las últimas cuatro décadas para los indicadores climáticos escogidos. La ciudad de Antofagasta presenta valores negativos respecto al porcentaje de días con temperaturas máximas sobre 30 y 35°C, lo que indica una disminución de su ocurrencia. La ciudad mediterránea costera de Viña del Mar se presenta como una ciudad confortable y relativamente estable respecto del comportamiento de la temperatura. Las ciudades del sur, Concepción y más aún Chillán presentan aumento de todos los indicadores, destacando la ocurrencia de olas de calor que se ha vuelto una noticia recurrente de la prensa los últimos veranos.

Por lo anterior se escoge la ciudad de Chillán para profundizar el análisis en la escala micro durante el verano 2015-2016.

## 5. Bibliografía

Arnfield, J. (2003). Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology* 23, 1 – 26.

Montávez, J; Rodríguez, A & Jimenez, J. A (2000). study of the urban heat island of Granada. *International Journal of Climatology* 20, 899 – 911.

Olgyay, V. (1963). *Arquitectura y Clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*, Editorial Gustavo Gili: Barcelona.

Stewart, I and Oke, T. (2009). Classifying urban climate field sites by local climate zones: The case of Nagano japan. Seventh International Conference on Urban Climate. 29 June – 3 July. Yokohama. Japan, 5p.

Terradas, J. (2001). *Ecología Urbana*. Barcelona, Rubes Editorial, S. L. Tobler. Terradas, J.; Franquesa, T.; Parés; M. y Chaparro, L. (2011). *Ecología Urbana*. Investigación y Ciencia, 52 – 60.



# PROPOSTA DE INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E USO DA TERRA NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA, SÃO PAULO (BRASIL)

M. C. J. Almeida. <sup>(a)</sup>, L. H. Nunes <sup>(b)</sup>, G. S. Almeida Filho <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
mcjacinto@ipt.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, Instituto de Geociências da Universidade de Campinas (Unicamp)  
luci@ige.unicamp.br

<sup>(c)</sup> Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
gersaf@ipt.br

## Resumo

O uso de indicadores visa avaliar as tendências recentes dos parâmetros analisados, as relações entre si e que respostas socioambientais são esperadas a partir da alteração de suas dinâmicas, o entendimento da dinâmica regional e contribuir para adoção de estratégias de adaptação no contexto das mudanças climáticas. A área de estudo é a Região Metropolitana da Baixada Santista, na zona costeira do Estado de São Paulo (Brasil), região de ocupação antiga, de importância estratégica crescente, baixo limiar de estabilidade natural que resulta em processos naturais como deslizamentos, e inundações, constantes e severos, que podem comprometer de forma permanente as atividades dessa região. Para seleção dos indicadores foi realizado levantamento das experiências sob a temática das mudanças climáticas, em nível nacional e internacional. Adotou-se como referencial o modelo FPEIR (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta), que deriva do modelo utilizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OECD.

**Palavras chave:** Indicadores, Mudanças Climáticas; Baixada Santista, Uso da terra

## 1. Introdução

Este trabalho integra uma pesquisa em desenvolvimento, que trata da *Reconstrução histórica e integração dos dados multidecadais para identificar relações entre dinâmica do uso da terra e mudanças climáticas*. Busca contribuir para apontar a importância do uso de dados multidecadais integrados em escala regional, para a compreensão e equalização de questões socioambientais, tendo a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), Brasil, como área de estudo. Para isso foram considerados inúmeros índices consagrados pela literatura, para subsidiar a definição de indicadores socioambientais.

A pesquisa busca avaliar a eficiência de indicadores multidecadais para reconhecer tendências recentes desses parâmetros, como eles se relacionam entre si e que respostas socioambientais podem ser esperadas a partir da alteração de suas dinâmicas. A área de estudo, a despeito de ser uma das regiões de ocupação mais antiga do Brasil; abrange porções de serra e planície



litorânea, apresenta clima tropical litorâneo úmido, com verões quentes e úmidos e pluviosidade média acima de 250 mm em janeiro, e invernos com menor ocorrência de chuvas; possui importância estratégica crescente, mas baixo limiar de estabilidade natural, continuamente alterado pela pressão constante nesse local; com isso, processos naturais como deslizamentos, inundações, ressacas e erosões costeiras têm sido cada vez mais constantes e severos, podendo comprometer de forma permanente as atividades dessa região vital para a economia brasileira e regional. Como as alterações que se processam nesse setor refletem arranjos que se processam em escala mais abrangente, a região representaria a escala privilegiada para a compreensão dessas alterações, pois nessa escala é possível observar que problemas ambientais não são meramente locais e demandam análises que perpassem o nível mais próximo; além disso, essa escala é também um nível no qual decisões são tomadas. Assim, os resultados serão avaliados e apresentados para a escala regional e os parâmetros serão avaliados para séries multidecadais, ou as mais longas possíveis.

## **2. Indicadores Socioambientais**

Os sistemas ambientais modernos e suas relações com as ações humanas só podem ser compreendidos a partir de uma análise que capture a complexidade das interações socioecológicas e suas evoluções por meio de uma perspectiva temporal das componentes socioambientais que seja a mais longa possível, sem a qual não seria possível modelar alterações futuras nos sistemas socioecológicos, o que resultaria em estratégias inadequadas e inócuas para a sustentabilidade e manejo desses sistemas. Tal perspectiva demanda a consideração das componentes que representem a dinâmica dos processos ambientais e dada a impossibilidade de considerar todos os elementos do mundo real a escolha de indicadores para projetar processos atuais e futuros e mesmo pretéritos adquire relevância nas análises socioambientais.

Sistema de indicadores permite, de maneira geral: estabelecer um panorama das condições ambientais; facilitar a uniformização, coleta e tratamento de dados; possibilitar a comparação, ao longo de um período de tempo, entre diferentes unidades de estudo definidas para uma determinada área; atualizar periodicamente, possibilitando avaliar as mudanças ocorridas tanto sob o aspecto temporal quanto espacial.

A importância dos indicadores para ajudar os países a tomar decisões no âmbito do desenvolvimento sustentável foi reconhecida na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92). O artigo 40 da Agenda 21 Global trata do desenvolvimento sustentável, e aponta a necessidade de utilizar indicadores de desenvolvimento sustentável, nos níveis nacional, regional e global, que sirvam de base para a tomada de decisões

em todos os níveis e que contribuam para uma sustentabilidade autorregulada dos sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento.

Sua utilização surgiu com maior significado na segunda metade do século XX, especialmente na década de 1970, a partir de demandas dos governos de países industrializados e Organizações Não Governamentais (ONGs), visando avaliações sobre o estado do meio ambiente em nível mundial. No final da década de 1980 o Governo Canadense aprimorou o conceito de indicadores ambientais visando simplificar as informações sobre as questões ambientais e facilitar a comunicação sobre as questões ambientais. Em 1987 a Holanda iniciou esforço similar para avaliar os resultados da sua política ambiental. Em 1989, a reunião de cúpula do G-7 solicitou à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) o desenvolvimento de um conjunto básico de indicadores ambientais, como subsídio à tomada de decisões. A Conferência Rio-92 e a Agenda 21 colocaram a necessidade de desenvolvimento de indicadores ambientais em um novo patamar de integração às demais dimensões do desenvolvimento sustentável. A partir de então, o uso de indicadores ambientais teve crescimento significativo e surgiram vários modelos e aplicações (Bitar e Braga, 2012; Penna Franca, 2001).

Diversos modelos utilizando as matrizes PEIR (Pressão, Estado, Impacto e Resposta) e FPEIR (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta), foram analisados, no contexto internacional e do Brasil, para os níveis nacional e regional. Entre eles, destaca-se o modelo utilizado pela OECD em 1994, que visava estabelecer vínculo lógico entre seus componentes de forma a avaliar o estado do meio ambiente, considerando os fatores que estabelecem Pressão sobre o ambiente (entendidos como as “causas” diretas e indiretas do estado atual), cujos elementos estão associados às atividades humanas e sua dinâmica; Estado corresponde às condições e qualidade do ambiente que resultam das pressões antrópicas; Impacto diz respeito aos efeitos adversos à qualidade de vida, aos ecossistemas e à socioeconomia; e Resposta compreende as ações da sociedade (Poder Público, empresas e população) com vistas a melhorar as condições do meio ambiente, desenvolvidas por meio de políticas, planos, programas e projetos, com a finalidade de proteção, ordenamento e regulamentação, além de prevenir, mitigar e corrigir os impactos ambientais negativos (IPT, 2009; BITAR e BRAGA, 2012;).

Bitar e Braga (2012) ressaltam que os modelos resultam de experiências práticas e constituem as principais referências de aplicação na avaliação ambiental integrada. E que os sistemas de indicadores ambientais adotados em diferentes contextos resultam dos modelos disponíveis.

Considerando as aplicações atuais, Bitar e Braga (2012) destacam o uso de indicadores ambientais desenvolvidos pelo programa GEO (*Global Environment Outlook* ou Panorama do

Ambiente Global), iniciado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) na década de 1990. Corresponde a um modelo fundamentado na elaboração de avaliação ambiental integrada em meio a um processo participativo, com a finalidade de construir uma ponte entre o conhecimento científico relativo à condição ambiental num dado contexto e a tomada de decisão política. No âmbito desse programa são elaborados e divulgados relatórios periódicos, que analisam a evolução das alterações ambientais, suas causas, os impactos decorrentes e as respostas dadas pelos governos e pela sociedade, nos âmbitos mundial, nacional, regional e local:

No Brasil destacam-se, ainda, o GEO Estado de Goiás (2002) e GEO Bacias (2009), voltados a recursos hídricos; o GEO aplicado à avaliação ambiental integrada do município de São Bernardo do Campo (2012). O GEO Cidade de São Paulo (2004) aplicado ao Município de São Paulo, utilizando a estrutura de análise ambiental PEIR. O Projeto Geo Cidades tem por objetivo fundamental promover uma melhor compreensão da interação entre desenvolvimento urbano e o meio ambiente, disponibilizando informação confiável e atualizada aos governos locais e regionais, cientistas, legisladores e ao público em geral para ajudar a melhorar o planejamento e gestão urbana-ambiental.

Ressalta-se, a elaboração de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Brasil, publicada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), desenvolvido segundo a metodologia da UNCSD (*United Nations Conference on Sustainable Development*), com adaptações às especificidades brasileiras. Organizado nas dimensões ambiental, social, econômica e institucional.

No contexto da RMBS, existe a publicação de Indicadores Metropolitanos da Baixada Santista, disponibilizado pela Agência de Desenvolvimento da Baixada Santista (AGEM), que consiste em sumário de informações e estatísticas específicas, contendo tabelas, mapas, gráficos e dados comparativos, com ênfase nas informações setoriais estabelecidas na legislação de criação da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Neste estudo será adotado como referencial o modelo FPEIR (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta), que deriva do modelo utilizado pela OECD em 1994, numa sequência lógica de causa-efeito-resposta, entre seus componentes, de forma a avaliar o estado do meio ambiente, considerando os fatores que estabelecem *Pressão* sobre ele, que podem derivar de “causas” diretas e indiretas em relação ao estado atual, associados às atividades humanas. *Estado* corresponde às condições e qualidade do ambiente que resultam das pressões antrópicas; *Impacto* diz respeito aos efeitos adversos à qualidade de vida, aos ecossistemas e à socioeconomia; e *Resposta* compreende as ações da sociedade (Poder Público, empresas e população) com vistas a melhorar as condições do meio ambiente.

Entre os aspectos que justificam o crescimento do uso de indicadores tem-se, de acordo com Ramos (2002):

- os dados são mais facilmente utilizáveis pelos gestores, tomadores de decisão, políticos, técnicos e público em geral;
- consiste num meio de divulgação dos resultados de estudos e avaliações técnicas – exigência dos processos de gestão ambiental;
- são projetados para simplificar a informação sobre fenômenos complexos, para melhorar a comunicação.

Os componentes dessa matriz buscam responder às seguintes questões básicas aplicáveis a qualquer escala territorial (PNUMA, 2004):

- O que está acontecendo o meio ambiente? (estado)
- Por que isto está acontecendo? (pressão)
- Qual o impacto causado pelo estado do meio ambiente? (impacto)
- O que está sendo feito a respeito? (resposta)
- O que acontecerá se nenhuma ação for tomada agora? (cenário futuro)

Por sua vez, a matriz FPEIR (Figura 1) deriva da aplicação prática da matriz PER, fazendo-se necessário separar as atividades relacionadas à Pressão, quanto aos fenômenos que pressionam o ambiente de forma direta (constituindo a Pressão “P”) e indireta (denominada Força Motriz “F” e corresponde às atividades humanas). O modelo proposto foi adotado pela *European Environment Agency* (EEA) na elaboração dos relatórios de Avaliação do Ambiente Europeu.

## 2.1. Aspectos conceituais

Em termos conceituais para a OCDE (1993), um indicador pode ser definido como um parâmetro (propriedade que é medida ou observada) ou um valor derivado a partir de parâmetros, que fornece informações sobre um determinado fenômeno. O indicador tem um significado que vai além das propriedades diretamente associadas com o valor do parâmetro. Possui um significado sintético e são desenvolvidos para um propósito específico.

De acordo com Ramos (1997; 2002), indicador ambiental é um sinal que pode ser reportado numa forma simples e útil, contendo uma mensagem complexa, potencialmente resultante de numerosos fatores, sendo desenvolvido a partir de uma determinada variável. Ainda, são parâmetros selecionados e considerados isoladamente ou combinados entre si para refletir determinadas condições ambientais. Um índice corresponde a nível superior de agregação, cujo valor final é obtido a partir da agregação de indicadores, por meio de métodos aritméticos

(linear, geométrico e outros) ou heurísticos (regras de decisão). Indicadores e índices constituem o topo de uma pirâmide, cuja base corresponde à informação original, não tratada (Figura 2).

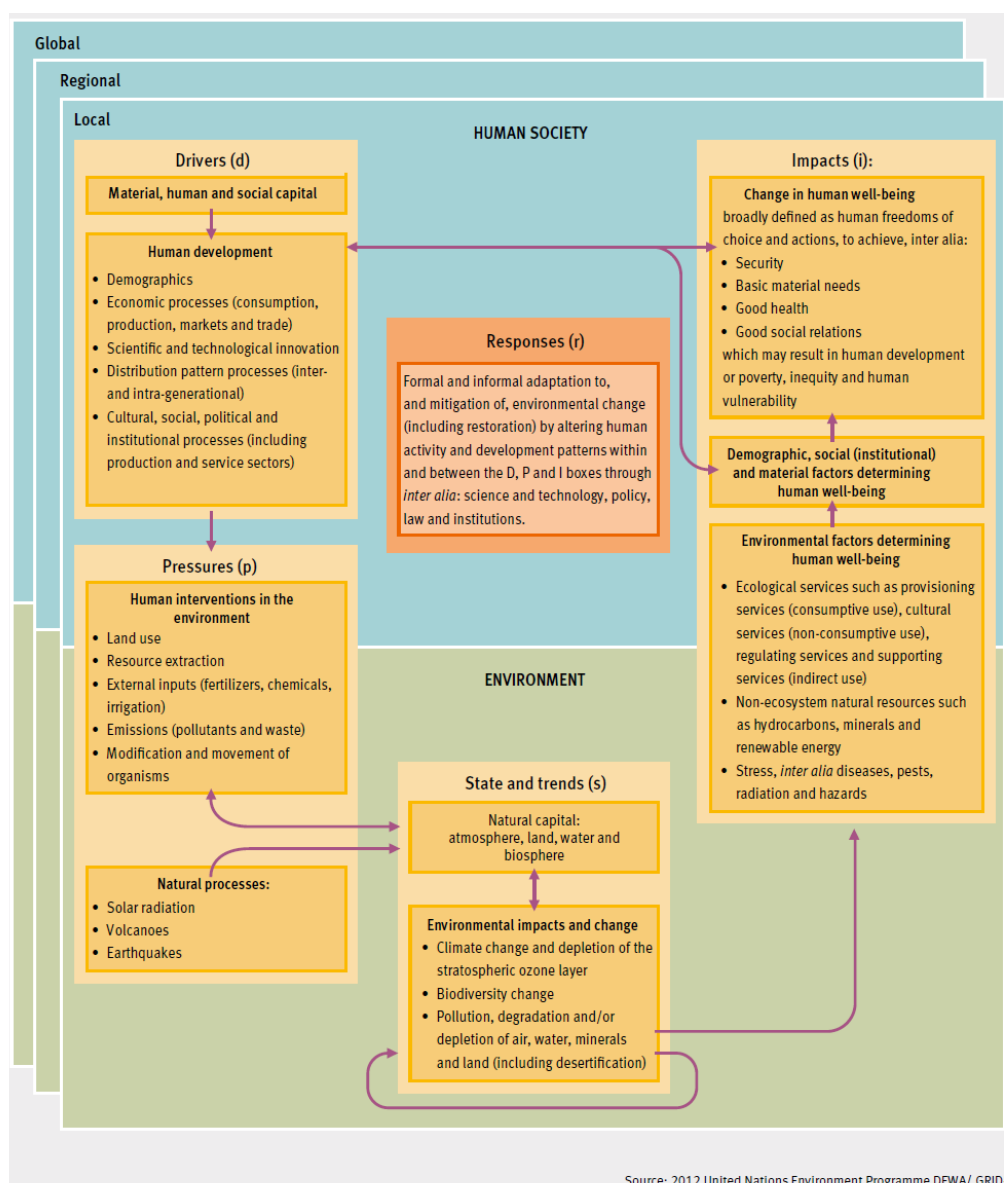


Figura 1 – Estrutura Conceitual da matriz FPEIR

Segnestan (2002) define indicadores como derivados dos dados, uma ferramenta analítica para o estudo de mudanças na sociedade, sendo os dados o componente básico no trabalho com indicadores. Por sua vez, a combinação de indicadores constituem os índices, utilizados em análises mais agregadas nos âmbitos regionais e nacionais. Para Winograd e Farrow (2009), os dados são a base para indicadores e informações, e não podem ser utilizados, por si só, para analisar mudanças ou condições. Malheiros *et al.* (2012) complementam essa perspectiva,

afirmando que um dado torna-se um indicador quando sua compreensão ultrapassa o número, a mensuração, adquiri significado por meio da informação interpretada.

Sobre a definição de indicadores, Malheiros *et al.* (2012) asseveram que a ideia é que aquilo que está sendo medido tenha significado maior do que apenas o valor associado a essa medição. Exemplificam que medir o volume de um reservatório de água pode ter relação com a produção de alimentos, abastecimento de água, capacidade de produção de energia e outros. Acrescentam os autores que o que se observa é a concepção do indicador como um sinal, algo que representa alguma coisa para uma pessoa ou um grupo com referência a algo; assim, os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos, sendo que os sistemas de indicadores ambientais são, em sua maioria, quantitativos.



Fonte: Adaptado de Gouzee et al., 1995 *apud* Ramos (1997)

Figura 2 - Pirâmide de informação

De acordo com o IBGE (2012), indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas por meio de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. Indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável. Devem ser vistos como um meio para se atingir o desenvolvimento sustentável e não como um fim em si. Valem mais pelo que apontam do que pelo seu valor absoluto e são mais úteis quando analisados em seu conjunto do que o exame individual de cada indicador

No contexto dessa pesquisa adota-se o conceito de indicador apresentado por Bitar e Braga (2012), que consideram que o indicador contempla o desafio de revelar e comunicar, de maneira simples e objetiva, a ocorrência e evolução de um determinado fenômeno cujas características

são geralmente complexas. Os indicadores ambientais exprimem a situação dos recursos ambientais (meio físico, biótico e antrópico) frente às atividades humanas. Os indicadores ambientais buscam expressar, para os tomadores de decisão e para a população de um modo geral, a informação técnica-científica sobre o meio ambiente. Complementam que as características principais de um indicador ambiental são a ocorrência, magnitude e a evolução dos fenômenos; e em termos de significado destacam as consequências e a importância socioambiental associada. Quanto à adoção de cada indicador, passa pela perspectiva de que possa ser utilizado no acompanhamento de cada fenômeno ao longo do tempo, principalmente na avaliação do progresso ou retrocesso em relação à situação do meio ambiente.

Conforme Arretche (2001, *apud* SEPE e GOMES, 2008), a construção de indicadores com séries históricas permite não só o diagnóstico da situação como o seu acompanhamento ao longo do tempo, servindo como suporte à tomada de decisão e, em alguns casos ainda, como forma de avaliação de impactos das ações implementadas ou de resultados de políticas.

### **3. Proposta de Indicadores Socioambientais**

A escolha dos indicadores tem dependência direta com os objetivos da pesquisa, já que eles podem ser usados para propósitos diversos. Como esta pesquisa se atrela à avaliação das mudanças climáticas, para seleção dos indicadores a ser utilizados na pesquisa, tomou-se como referência o levantamento das experiências sob a temática das mudanças climáticas, no contexto do Brasil e de outras regiões do mundo. A OECD, *Core Set of Environmental Indicators*, publicou em 1994, indicadores que consideram a temática de mudanças climáticas, e adotou o sistema PER, com indicadores de Pressão (emissões, consumo de energia, oferta de energia primária); Estado (temperatura do ar - média global, concentração de gases do efeito estufa) e Resposta (preços de energia e intensidade energética).

O Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável de Portugal, publicado em 2000, inclui indicadores climáticos (indicadores de Pressão – ar/emissões; Estado (ar - temperatura média, qualidade; Solo - uso do solo, reserva ecológica; Conservação da natureza - áreas protegidas; Floresta - tipo de cobertura florestal); Resposta (Ar - Investimento e despesa na redução da poluição atmosférica; Solo - investimento e despesa na preservação ambiental do solo; Conservação da natureza - áreas protegidas por planos de ordenamento Floresta - investimento e despesa na preservação ambiental da floresta).

O sistema de indicadores de mudanças climáticas para a Califórnia: *Indicators of Climate Change in California, 2009*, contempla indicadores de Força-Motriz (Indutores de mudança climática – emissões e concentração de gases na atmosfera); Estado (Mudanças no clima - temperatura anual do ar, eventos extremos de calor, horas acumuladas de frio de inverno;

Precipitação - precipitação anual); Impacto das Mudanças Climáticas (Sistema físico, biológico: impactos ao homem, à vegetação e aos animais).

Polete e Barros (2012) trataram da zona costeira brasileira em relação às mudanças climáticas e apresentaram proposta de uso de indicadores e parâmetros que integrem com as características ambientais e sociais da zona costeira, para enfrentar o desafio urbano dessas áreas frente às mudanças climáticas.

No âmbito desta pesquisa adotou-se a estrutural conceitual da matriz FPEIR (Força Motriz, Pressão, Estado, Impacto e Resposta), em razão de resultar de aprimoramentos metodológicos e de possibilitar melhores interrelações entre os indicadores.

Portanto foram definidos, preliminarmente, os indicadores apresentados na Figura 3 e Tabela II, cujas evoluções temporais serão avaliadas e comparadas conjuntamente, de modo a observar como as relações entre os indicadores conduziram ao estado socioambiental atual e como essas relações poderiam evoluir de forma mais harmoniosa. Em última instância o entendimento da dinâmica local, a partir da avaliação das correlações entre os indicadores multidecadais, tem por objetivo contribuir para a adoção de estratégias de adaptação, sendo que a proposta pode ser adaptada para outras áreas, com escolha de parâmetros que sejam mais importantes para as dinâmicas locais.



Figura 3 – Estrutura de indicadores proposta para a pesquisa, segundo modelo FPEIR.

Em análise preliminar de alguns indicadores para o município de Santos, tais como urbanização, precipitação pluviométrica, ocorrências de processos do meio físico (deslizamento, inundação, enchente, alagamento), e população afetada (vítimas fatais) em decorrência dos processos, observou-se correlação entre a urbanização, ocorrências de deslizamentos e inundações com as precipitações pluviométricas, e consequentemente com o número de vítimas fatais (Figura 4).



Destacam-se as ocorrências de deslizamentos e inundação, como os processos predominantes, no período levantado (1940 a 2015), e de acordo com as diversas fontes consultadas. Observa-se ainda, que o registro de vítimas fatais está diretamente associado às ocorrências de deslizamentos e inundações; e que os registros de enchentes e alagamentos, passaram a ser notificados a partir da década de 1980, possivelmente, associados a melhor diferenciação entre os processos. E, ainda, que a taxa de urbanização tem comportamento similar com a ocorrência de deslizamentos, até a década de 1990. Relações mais precisas, entre essas e outras variáveis serão investigadas.

A ocorrência desses processos ocasionam, na maioria das vezes, grandes prejuízos materiais, como danos à infraestrutura urbana e aos recursos naturais, grande número de desabrigados e perda de vidas humanas. No decorrer da pesquisa serão inseridos outros processos, tais como erosão costeira, ressacas, cujas ocorrências serão levantadas. Bem como será feita uma análise mais detalhada de todos os indicadores propostos.

Tabela II – Proposta preliminar de indicadores para a RMBS

Categoria	Tópico	Indicador	Grandeza/Unidade	Período Dados
Força-Motriz	Atividades humanas	Urbanização	Taxa de Urbanização (%)	1940/201
	Dinâmica demográfica	Crescimento da população	Taxa Geométrica de Crescimento Populacional	1940/2015
	Atividades Econômicas	População por setores da economia	População ocupada por setores (%)	1980/2015
Pressão	Dinâmica Demográfica	Crescimento populacional	Taxa geométrica de crescimento populacional (%)	1940/2015
		Densidade demográfica	Número de habitantes por Km <sup>2</sup>	1980/2015
	Industrialização	Estabelecimentos industriais	Tipo estabelecimento (Nº)	1980/1995
	Uso da terra	Expansão da área urbana	Área urbana consolidada e em consolidação (%)	1980/2015
		Cobertura vegetal	Taxa redução da vegetação (%)	1980/2015
		Assentamentos precários	Área ocupada por favelas (%)	1980/2015
Estado	Clima	Precipitações pluviométricas	Quantidade de chuva (mm)	1940/2015
	Ambiente	Áreas de riscos a processos do meio físico	Ocorrências deslizamentos, inundações, ressacas, erosões (Nº)	1940/2015
		Zona costeira	Variação nível do mar	2005/2015
Impacto	Vulnerabilidade da população	População afetada por processos do meio físico	Vítimas e desabrigados (Nº)	1940/2015
		População em área de risco	População (%)	1988/2015
		Danos econômicos	Despesas obras (prevenção e recuperação,), equipamentos urbanos e moradias.	a definir
	Eventos extremos	Chuva extrema	Precipitação pluviométrica acima do normal	1940/2015
Resposta	Instrumentos legais	Carta Geotécnica	Áreas favoráveis ou não à ocupação (%)	1980/1997
		Plano Diretor Municipal	Ações ambientais contidas	2015
		Áreas protegidas	Unidades de Conservação e outras áreas protegidas por lei	2015
	Instrumentos técnicos	Planos preventivos	Planos e redução do número de vítimas e desabrigados (Nº)	2015
		Recomposição vegetação	Áreas revegetadas/protegidas (%)	a definir
		Recuperação áreas de riscos	Áreas reurbanizadas (%)	2015

#### 4. Considerações Finais

Os indicadores podem servir para diversas aplicações, variando em função das necessidades e dos objetivos pretendidos na sua utilização. O sistema de indicadores socioambientais proposto

tem por finalidade constituir uma ferramenta que possa ser aplicada no diagnóstico das condições, avaliação de impactos, monitoramento e avaliação das políticas adotadas, auxiliando os tomadores de decisão em uma importante e estratégica área do Brasil. Para que os parâmetros sejam representativos dos fenômenos a serem avaliados é fundamental utilizar uma série histórica de dados a mais extensa possível, com períodos similares de dados, que possibilite reconstruir historicamente as relações entre a dinâmica de uso da terra, as possíveis alterações climáticas e seus efeitos na RMBS e, conseqüentemente, propor ações e medidas de adaptação às possíveis alterações climáticas.

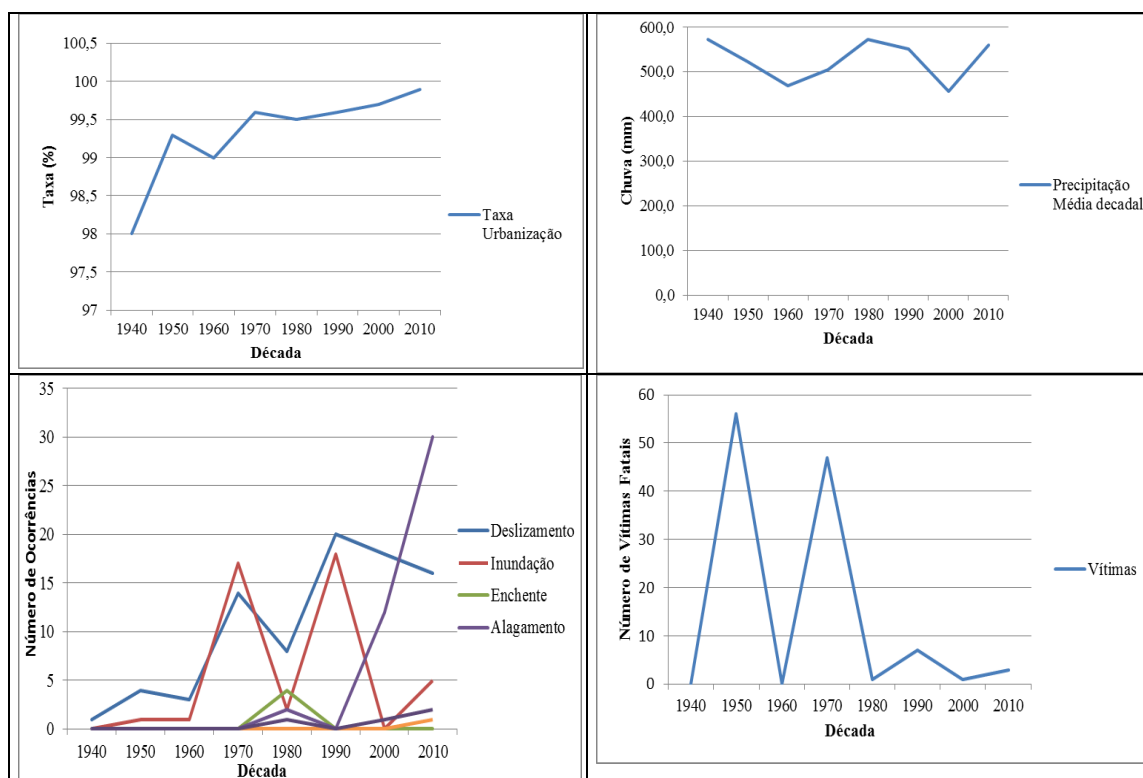


Figura 4 – Alguns indicadores utilizados em análise preliminar. Exemplo para o município de Santos.

## 5. Bibliografia

- BITAR, O. I. ; BRAGA, T. O. (2012). Indicadores ambientais aplicados à gestão municipal. In: PHILLIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. (Eds.). *Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental*. Barueri, SP: Manole. (pp. 125-150)
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2012). Indicadores de desenvolvimento sustentável. Brasil 2012. *Estudos e Pesquisas – Informação Geográfica* 9. Rio de Janeiro, 350 p.
- IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO (2009). *Desenvolvimento de sistema de indicadores ambientais aplicáveis à gestão de áreas de proteção e recuperação de mananciais (APRMs)*. São Paulo: IPT.
- MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S., M., V.; PHILLIPPI JR. A. (2012). Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. In: PHILLIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. (Eds.). *Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental*. Barueri, SP: Manole, 2012, v. 1, p. 31-76.

OCDE. ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (1994). Core set of indicators for environmental performance reviews. A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment. *Environment Monographs* 83. Paris: OCDE.

PENA FRANCA, L. (2001). *Indicadores Ambientais Urbanos: Revisão da Literatura*. Rio de Janeiro: Consórcio Parceria 21 (Separata).

PNUMA. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. CONSORCIO PARCERIA 21(2012). *Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades. Manual de Aplicación*. Versión 3. Disponível em: [www.pnuma.org/deat/](http://www.pnuma.org/deat/). [acessado em ago.2012].

POLETTE, M.; BARROS, F. L. (2012). Os desafios urbanos na zona costeira brasileira frente às mudanças climáticas. *Costas – Revista Iberoamericana de manejo costeiro integrado*, Vol. 1 - Nº.1 - Julio 2012. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org>. [acessado em maio de 2015].

RAMOS, T. B. (1997). *Sistema de indicadores e índices ambientais*. Comunicação apresentada no 4º Congresso Nacional de Engenheiros do Ambiente. APEA: p.IV333-IV43, Faro, Portugal, 1997. Disponível em: [http://www.academia.edu/1015511/Sistemas\\_de\\_indicadores\\_e\\_%C3%ADndices\\_ambientais](http://www.academia.edu/1015511/Sistemas_de_indicadores_e_%C3%ADndices_ambientais). [acessado em: mar.2014].

RAMOS, T. B. (2002). *Utilização de indicadores na gestão e avaliação ambiental*. In: II Encontro Nacional do Colégio de Engenharia do Ambiente (ENCEA), Ordem dos Engenheiros. Porto: ACTAS ENCEA. Disponível em: [http://www.academia.edu/1015544/Utiliza%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_indicadores\\_na\\_gest%C3%A3o\\_e\\_a\\_valia%C3%A7%C3%A3o\\_ambientalpdf](http://www.academia.edu/1015544/Utiliza%C3%A7%C3%A3o_de_indicadores_na_gest%C3%A3o_e_a_valia%C3%A7%C3%A3o_ambientalpdf). [acessado em mar.2014].

SEPE, P. M.; GOMES, S. (2008). *Indicadores ambientais e gestão urbana: desafios para a construção da sustentabilidade na cidade de São Paulo*. São Paulo: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente/ Centro de Estudos da Metrópole.

SEGNESTAN, L. (2014). *Environment and sustainable development: theories and practical experience*. Washington, DC: The World Bank Environment Department. Environmental Economics Series. (Paper n. 89). Disponível em: [http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/936217-115801208804/20486265/Indicators\\_of\\_EnvironmentandSustainableDevelopment2003pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/936217-115801208804/20486265/Indicators_of_EnvironmentandSustainableDevelopment2003pdf). [acessado em: 01.set.2014].

UNEP. United Nations Environment Programme. GEO 5 – Global Environmental Outlook. 2012. Disponível em: <http://www.unep.org/geo/geo5.asp>. [Acessado em: 01.set.2014].

WINOGRAD, M., FARROW A. (2009). Sustainable development indicators for decision making: concepts, methods, definition and use. *Dimensions of sustainable development*. v. 1. Sustainable development indicators for decision making. Concepts, methods, definition and use.



# **AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO FENÔMENO DAS ILHAS DE CALOR URBANAS NA ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA A PARTIR DO USO DE DADOS DOS SATÉLITES LANDSAT 5 E 8**

K. A. Ganem<sup>(a)</sup>, M. T.Oliveira <sup>(b)</sup>, G. M. M. Baptista <sup>(c)</sup>

<sup>(a,b,c)</sup>Instituto de Geociências, Universidade de Brasília  
khalilganem@hotmail.com  
marceliterra@gmail.com  
gmbaptista@gmail.com

## **Resumo**

Brasília vem crescendo a um ritmo acelerado nas últimas décadas. Esse crescimento é caracterizado pela supressão vegetal em detrimento da construção de edificações, que, aliados ao aumento populacional contribuíram para o surgimento da Área Metropolitana de Brasília. Em termos climáticos, essa integração provocou a intensificação do fenômeno das ilhas de calor urbanas na região. O avanço das técnicas de sensoriamento remoto, especialmente no campo termal, assim como a disponibilidade multitemporal das imagens do satélite Landsat motivaram o desenvolvimento deste estudo. Utilizou-se as bandas termais dos satélites Landsat-5 e Landsat-8 para verificar o comportamento da temperatura em três décadas na região. Verificou-se um aumento de 8,2°C entre 1984 e 2014. Entretanto, o ano de 1984 apresentou temperaturas muito baixas, enquanto o ano de 1994 temperaturas bastante elevadas, o que pode ser explicado em função da ocorrência dos fenômenos climáticos La Niña e El Niño, respectivamente.

**Palavras chave:** Ilhas de Calor Urbanas; Landsat-5; Landsat-8; Temperatura de Brilho; Área Metropolitana de Brasília

## **1. Introdução**

O processo intenso e mal planejado de desenvolvimento das cidades tem contribuído de forma negativa para a manutenção de condições ambientais básicas em termos de infraestrutura urbana. No caso de Brasília, apesar de esta ser uma cidade planejada, tem apresentado taxas de crescimento bastante elevadas ao longo das últimas décadas, o que levou à modificação do seu espaço físico, formando a Área Metropolitana de Brasília (AMB), fato esse que contribuiu de maneira considerável para a intensificação do fenômeno chamado de ilhas de calor urbanas na região.

As ilhas de calor urbanas são resultantes da elevação das temperaturas médias nas zonas centrais da área metropolitana em comparação com seu entorno, caracterizado pelas zonas periféricas ou rurais (Teza e Baptista, 2005). A ocupação territorial de maneira irregular afeta diretamente a intensidade desse fenômeno, pois provoca a alteração do balanço de energia e do ciclo hidrológico. Diversos parâmetros determinam a intensidade das ilhas de calor, como a redução

da evaporação, propriedades térmicas dos materiais utilizados na construção de pavimentos e edificações, quantidade de solo exposto, aumento da rugosidade em função da verticalização dos edifícios, além da própria topografia da cidade, que pode influenciar na maior concentração de calor em determinadas áreas (Lombardo, 1985).

Os dados de sensoriamento remoto têm se revelado essenciais para a realização de avaliações sistemáticas de diferentes alvos no meio ambiente. De acordo com Novo (2010), essa técnica refere-se à utilização conjunta de sensores e equipamentos para processamento de dados, cujo objetivo é estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície da Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que a compõem em suas mais diversas manifestações. Uma das grandes vantagens das técnicas de sensoriamento remoto é a realização de avaliações multitemporais, as quais se caracterizam pela observação do comportamento de uma mesma cena ou alvo ao longo do tempo, o qual varia em função do período de revisita do satélite em uma determinada área.

Diante disso, o principal objetivo desse trabalho é realizar uma avaliação multitemporal do fenômeno de ilhas de calor urbanas na Área Metropolitana de Brasília, por meio da qual, a partir da aquisição de dados das bandas termais dos satélites Landsat-5 e Landsat-8, foi possível avaliar o comportamento da temperatura em um intervalo de 30 anos.

## **2. Área de Estudo**

Brasília é uma cidade jovem comparada a outras metrópoles brasileiras, sendo fundada em 1960, ou seja, tem apenas 55 anos e já superou a marca de 2,85 milhões de habitantes (IBGE, 2010). Esse rápido crescimento populacional levou à expansão da macha urbana do Distrito Federal de modo que extrapolasse os limites do quadrilátero por diversos municípios goianos vizinhos. Isso levou ao surgimento de uma região metropolitana que ainda carece de reconhecimento oficial, mas não deixa de ser evidente. A Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN), por meio da sua Nota Técnica nº 1/2014, discutiu sob diversas perspectivas o reconhecimento do espaço metropolitano de Brasília, onde estabeleceu o conceito da Área Metropolitana de Brasília – AMB, indicando parâmetros para delimitá-la sob os pontos de vista geopolítico, administrativo e econômico, conforme apresentado na Figura 1, onde também é possível visualizar seus 12 municípios integrantes, além do Distrito Federal.

A Área Metropolitana de Brasília – AMB possui área total de 31.813,9 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 4.014.310 milhões de habitantes, segundo dados do IBGE. Os municípios da AMB juntamente com outros municípios formam a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE/DF), composta por 23 municípios de três unidades da federação: Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais. A criação das Regiões Integradas de Desenvolvimento

já se encontrava prevista na Constituição Federal de 1988, sendo que a RIDE/DF foi instituída pela Lei Complementar 94, de 19 de fevereiro de 1998, com o principal objetivo de realizar o planejamento conjunto de serviços públicos comuns aos seus entes federados integrantes, em especial infraestrutura e geração de empregos.

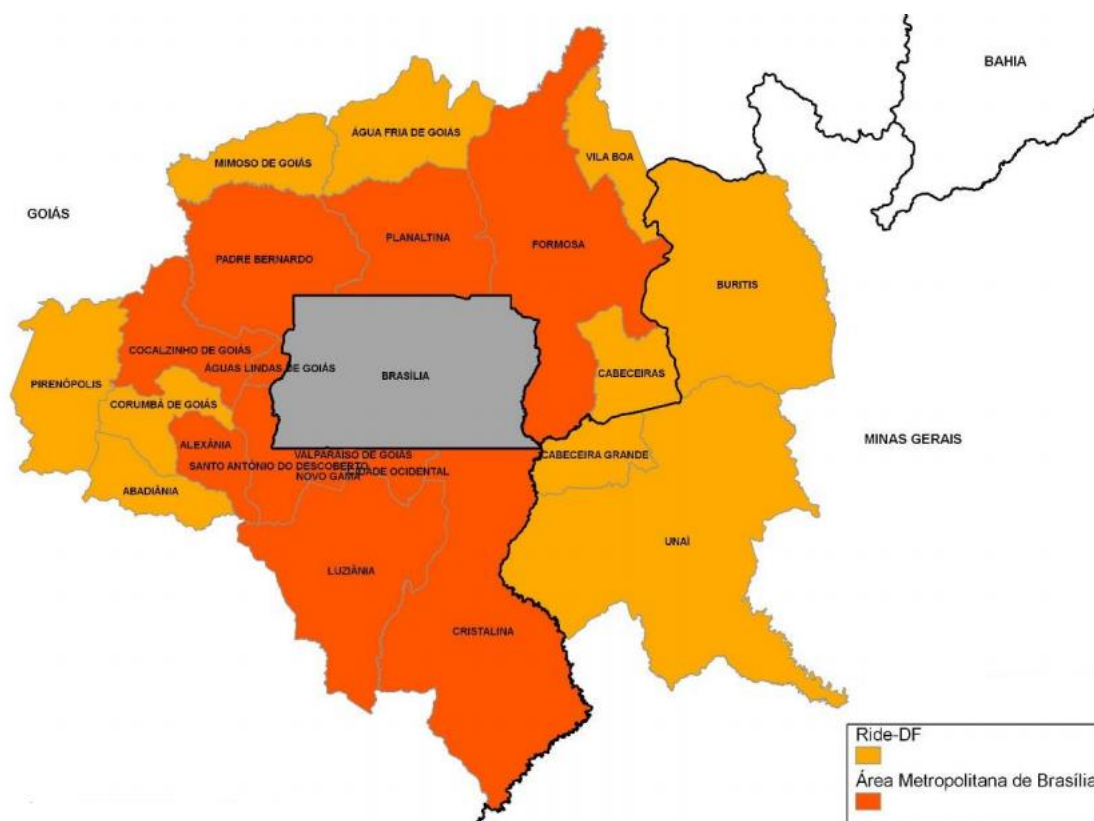


Figura 1 – Mapa da RIDE/DF com destaque para a AMB. Fonte: CODEPLAN, 2014.

Terra-Oliveira e Ganem (2014) salientam que as Regiões Administrativas de Brasília têm um histórico peculiar ao serem comparadas com municípios periféricos de outras regiões metropolitanas brasileiras. Taguatinga foi a primeira região administrativa projetada em 1958 no intuito de proteger o Plano Piloto de invasões e ocupações irregulares no geral, assim, houve a necessidade de uma crescente criação de novas cidades para esse fim, as chamadas cidades satélites (PAVIANI, 2009). Taguatinga, Ceilândia e Samambaia compõem a maior parte da população brasiliense, tendo atingido 750 mil habitantes juntas, de acordo com o censo de 2000.

### 3. Sistema Landsat

O programa Landsat é um dos sistemas de satélite de observação da Terra mais antigos, tendo adquirido dados desde 1972. Trata-se de um programa iniciado em 1967 pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), após ser encorajada pelo Ministério do Interior americano (JENSEN 2009), que ao longo dos anos resultou no lançamento de oito satélites,



cada um com diferentes sistemas sensores multiespectrais construídos para adquirir informação dos recursos da Terra.

O sistema sensor Landsat *Thematic Mapper* (TM) foi lançado em dois momentos: em 16 de julho de 1982 (Landsat-4) e em 1 de março de 1984 (Landsat-5). Trata-se de um sensor ótico-mecânico *whiskbroom* que registra a energia nas regiões do visível, infravermelho refletido, infravermelho de ondas curtas e infravermelho termal do espectro eletromagnético. Ele coleta imagens multiespectrais que têm melhores resoluções espacial, temporal, espectral e radiométrica do que o seu antecessor, o *Multispectral Scanner* (MSS), presente nos satélites Landsat 1 a 3, sendo incluído também no Landsat-4 e Landsat-5 (JENSEN, 2009).

Uma das principais características do sistema Landsat-5 é sua longevidade, pois mesmo após a falha de colocação em órbita do Landsat-6 em 5 de outubro de 1993, o Landsat-5 TM continuou a fornecer dados de alta qualidade (JENSEN, 2009), tendo sua última imagem transmitida em janeiro de 2013, totalizando 29 anos de operação (USGS, 2013). Já o Landsat-8 se destaca pela presença de dois sensores: um ótico, *Operational Land Imager* (OLI), e outro termal, *Thermal Infrared Sensor* (TIRS).

Tabela 1 – Principais características dos satélites Landsat-5 e Landsat-8

Land Remote Sensing Satellite (LANDSAT)		
Satélite	LANDSAT-5	LANDSAT-8
Instituições Responsáveis	NASA ( <i>National Aeronautics and Space Administration</i> ) e USGS ( <i>United States Geological Survey</i> )	
País/Região	Estados Unidos	
Lançamento	01/03/1984	11/02/2013
Local de lançamento	Vandenberg Air Force Base	
Veículo lançador	Delta 3920	Atlas-V
Situação atual	Inativo	Ativo
Órbita	Polar, heliossíncrona	
Altitude	705 km	705 km
Inclinação	98,2°	98,2°
Duração da Órbita	99 minutos	99 minutos
Horário de passagem	09:45 da manhã	10:00 da manhã
Tempo de revisita	16 dias	16 dias
Instrumentos Sensores	MSS e TM	OLI e TIRS

A Tabela 2, por sua vez, apresenta as principais diferenças entre as bandas termais de cada sistema sensor.

Tabela 2 – Principais características dos sensores TM e TIRS

Característica	Satélite	Banda Termal	Comprimento de Onda (µm)	Resolução Espacial (m)
Sensor				
<b>Thematic Mapper (TM)</b>	Landsat-5, lançado em 01/03/1984	6	10.40 – 12.50	120
<b>Thermal Infrared Sensor (TIRS)</b>	Landsat-8, lançado em 11/02/2013	10	10.60 – 11.19	100
		11	11.50 – 12.51	

Com base na Tabela 2 é possível perceber que o sensor infravermelho termal (TIRS) apresenta duas bandas espectrais de ondas longas (bandas 10 e 11) para o comprimento de onda antes coberto por uma única banda do sensor TM (banda 6). Além disso, cabe ressaltar que o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE é o órgão responsável pela distribuição gratuita das imagens Landsat no Brasil, com exceção dos dados do sensor TIRS, ainda não disponíveis em seu catálogo de imagens. O Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) distribui tanto dados Landsat como de outros satélites. Entretanto, os dados da banda 6 do Landsat-5 estão disponíveis reamostrados para 60 metros para dados processados antes de fevereiro de 2013, e para 30 metros para dados processados após essa data, enquanto que as bandas 10 e 11 do Landsat-8 estão disponíveis reamostradas para 30 metros.

#### 4. Material e Métodos

Para que fosse possível representar a Área Metropolitana de Brasília foram adquiridas seis cenas de cada um dos seguintes anos: 1984, 1994, 2004 e 2014, sendo que para os três primeiros anos foram adquiridas cenas da banda 6 do Landsat-5 no catálogo de imagens do INPE e para o último ano cenas da banda 10 do Landsat-8, na ferramenta *Earth Explorer* do USGS. A determinação dos pontos e órbitas de cada cena se deu em função dos limites da AMB estabelecidos pela CODEPLAN (Figura 1), e o intervalo de 30 anos foi definido para garantir o caráter multitemporal do estudo.

Conforme exposto anteriormente, sabe-se que o sensor termal do Landsat-8 conta com duas bandas: 10 e 11. A escolha pela banda 10 neste estudo ocorreu baseado no estudo desenvolvido por Vilarinho et al., (2015), que comprovaram que a banda 10 apresenta maior sensibilidade de diferenciação de alvos mais quentes, como é o caso das áreas urbanas adjacentes, diferentemente da banda 11, que se mostrou eficiente para alvos mais frios.

A seleção das cenas baseou-se no critério de cobertura mínima possível de nuvens e no estabelecimento de um padrão temporal, a fim de evitar a interferência da sazonalidade na avaliação do comportamento térmico da AMB. Para isso, foram observados os gráficos pluviométricos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET para cada ano do estudo, onde verificou-se a ocorrência mínima de chuvas entre os meses de maio e

setembro como um padrão similar, sendo assim priorizados. A Tabela 3 apresenta os pontos, órbitas e datas de cada cena adquirida.

Tabela 3 – Informações das cenas utilizadas para construção dos mosaicos de cada ano

Ano	1984	1994	2004	2014
Ponto/Órbita				
220/071	20/06	15/05	27/06	22/05
220/072	04/06	16/06	27/06	22/05
221/070	11/06	06/05	04/07	29/05
221/071	11/06	06/05	04/07	29/05
221/072	11/06	06/05	04/07	29/05
222/071	18/06	29/05	11/07	05/06

A etapa de pré-processamento se deu a partir da realização de um mosaico georreferenciado das cenas adquiridas para cada ano. Já na etapa de processamento foi realizada a conversão das imagens de números digitais (da sigla em inglês, DN) para radiância no topo da superfície (Equação 1), e, em seguida, para temperatura de brilho (Equação 2). É importante destacar que os valores preenchidos nas equações constam nos metadados das imagens e variam em função das bandas utilizadas. Os valores utilizados neste trabalho constam na Tabela 4.

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Onde:

$L_{\lambda}$ : Radiância espectral do sensor no topo da atmosfera em Watts.m<sup>-2</sup>.srad<sup>-1</sup>.µm<sup>-1</sup>;

$M_L$ : Fator multiplicativo de redimensionamento específico da banda;

$Q_{cal}$ : Valor quantizado calibrado pelo pixel em número digital (DN); e

$A_L$ : Fator de redimensionamento aditivo específico da banda

$$T = \left( \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \right) - 273.15 \quad (2)$$

Onde:

T: Temperatura de brilho (em Kelvin). Entretanto, ao subtrair por 273.15, ao final, converte-se o valor final para graus Celsius.

$L_{\lambda}$ : Radiância espectral no topo da atmosfera, em Watts.m<sup>-2</sup>.srad<sup>-1</sup>.µm<sup>-1</sup>;

$K_1$ : Constante de calibração termal 1; e

$K_2$ : Constante de calibração termal 2.

Por meio da observação das equações é possível perceber que o imageador do satélite mede a radiância termal, em W/(m<sup>2</sup>.µm.sr). Por meio da função de Planck na faixa de comprimento de

onda de atuação do sensor, a radiância é convertida para temperatura de brilho, que também é conhecida como temperatura de radiância ou ainda temperatura de corpo negro, a qual é utilizada no processamento. Para se obter a temperatura de superfície, a temperatura de brilho deve ser compensada pela emissividade e reflectância da superfície imageada, além dos efeitos que a atmosfera causa na radiação ótica medida pelo satélite. Portanto, é importante destacar que essa temperatura real da superfície não é utilizada no processamento. A função de Planck relaciona somente a emissão de radiação eletromagnética de um corpo negro em função de sua temperatura e do comprimento de onda.

Tabela 4 – Valores obtidos nos metadados para conversão dos valores para Radiância e Temperatura de Brilho

Satélite	Landsat-5	Landsat-8
Variáveis		
$M_L$	0,055158	0,0003342
$A_L$	1,2378	0,1
$K_1$	1.260,56	1.321,08
$K_2$	607,76	774,89

Para a análise dos dados foi feito um fatiamento das imagens. Esse procedimento caracterizou-se pela definição de intervalos de classes de temperatura para cada imagem, de modo que fosse possível determinar um padrão para comparação e discussão dos resultados. As etapas descritas foram realizadas pelo software ENVI 4.8.

Ao final, utilizando-se o *shape file* da AMB gentilmente fornecido pela CODEPLAN, e por meio da ferramenta *Clip* do software ArcGIS 10.1, foram produzidos os mapas finais, apresentados na seção seguinte.

## 5. Resultados e Discussão

Após as etapas de processamento foram produzidos os mapas finais com as diferentes classes de temperatura (Figura 2), onde a numeração indicada no mapa de 1984 será utilizada no texto para referenciar os municípios apresentados no mapa da CODEPLAN (Figura 1) e serve também como referência para os mapas dos demais anos.

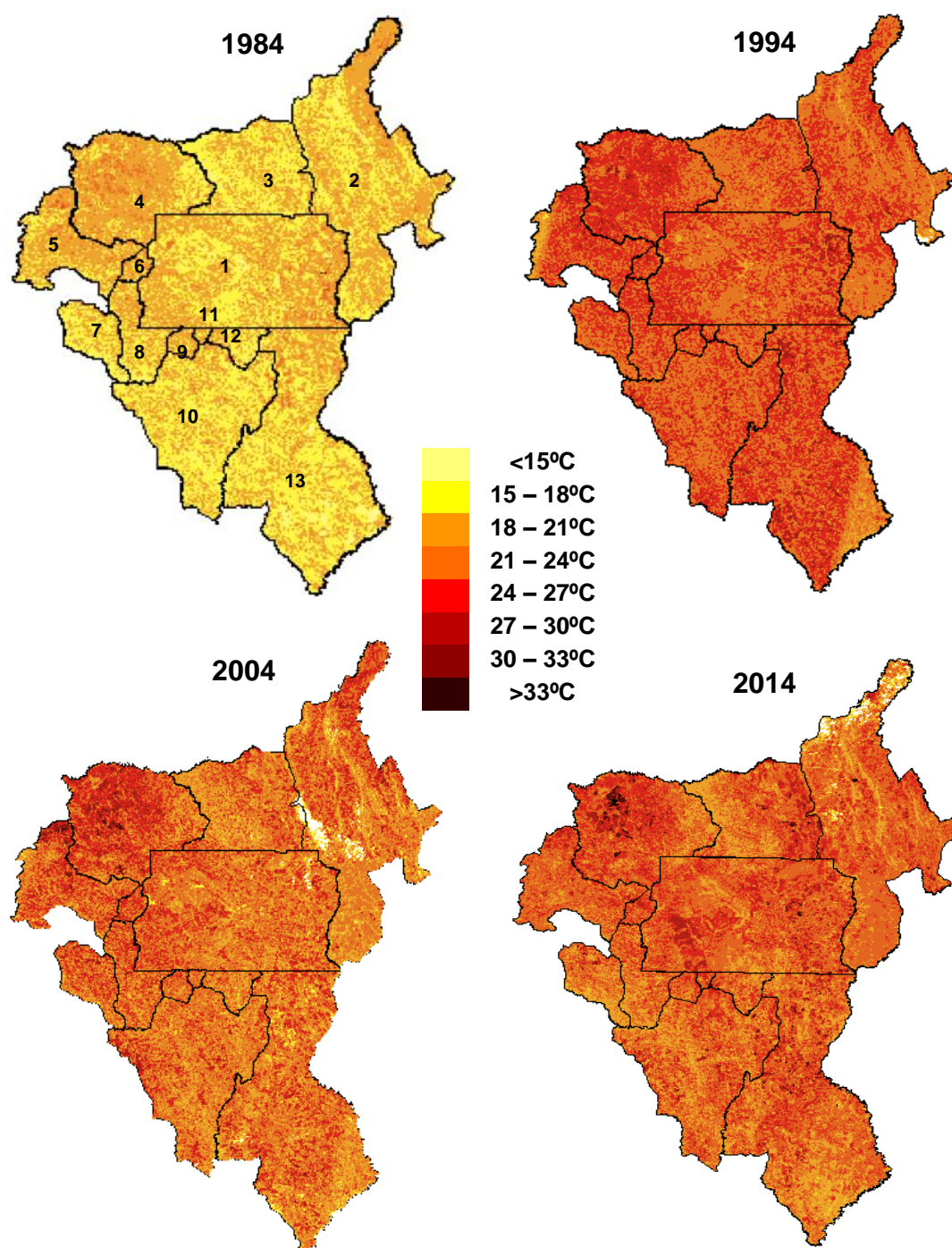


Figura 2 – Mapas da AMB apresentando o comportamento da temperatura ao longo do tempo.

Ao se observar o comportamento da temperatura na Figura 2 é possível perceber que em 1984 os registros de temperatura demonstram-se inferiores aos demais anos em praticamente todos os municípios integrantes da AMB. Em 1984, o registro máximo de temperatura obtido foi de 28,1°C. Já ao se comparar os anos de 1994, 2004 e 2014, cujos registros de temperatura máxima foram, respectivamente, 31,8°C, 33,4°C e 36,3°C, verificou-se um aumento progressivo da temperatura em determinados municípios, como por exemplo Padre Bernardo (número 4, no

mapa), e determinados pontos da porção sudoeste do Distrito Federal (1), correspondentes às regiões administrativas de Águas Claras, Taguatinga e Ceilândia.

No caso do Distrito Federal, ao se analisar a região do Setor Comercial Sul, considerado o *Central Business District* (CBD) de Brasília, ou seja, a área central de negócios, de onde se infere um maior adensamento de edificações, e observarmos o seu entorno, é possível constatar que ao longo dos anos estudados o efeito das ilhas de calor foi se intensificando, onde verificou-se ampliação da mancha urbana na região e maiores registros de temperatura nas áreas centrais em comparação com as zonas periféricas ou rurais. A cada década a mancha urbana se intensificou a tal ponto que em 2014 observa-se registros mais elevados de temperatura na porção que vai do CBD até Ceilândia, com o entorno apresentando temperaturas mais amenas, pois se tratam das áreas do Parque Nacional de Brasília, Lago Paranoá e áreas rurais.

Dentre os fatores que podem explicar o comportamento da temperatura ao longo dos anos tem-se, primeiramente, o fato de as imagens do Landsat-5 possuírem resolução espacial de 120 metros e uma banda com comprimento de onda muito maior em comparação com a imagem de 2014, do sensor TIRS, reamostradas para 30 metros pelo USGS, e de onde utilizou-se somente a banda 10, cujo comprimento de onda é bem menor do que a banda 6 do L5.

O segundo fator é com relação à ocorrência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña. De acordo com o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE, o ano de 1984 sofreu uma fraca influência do fenômeno La Niña (resfriamento), enquanto que os anos de 1994 e 2004 sofreram influência do fenômeno El Niño (aquecimento), sendo o primeiro com intensidade moderada e o segundo com intensidade fraca. A ocorrência desses fenômenos pode ter uma forte relação com o comportamento da temperatura nas imagens, especialmente para explicar os maiores registros de temperatura na imagem de 1994 em comparação com as demais.

Por fim, não se pode também deixar de mencionar o próprio desenvolvimento da AMB, que acaba trazendo impactos que favorecem a intensificação do fenômeno das ilhas de calor urbanas. De acordo com a CODEPLAN (2014), tanto o crescimento da população total quanto da urbana não foi uniforme na AMB, com municípios apresentando população estagnada em todo o período, ao passo que outros vivenciaram verdadeira explosão populacional.

Effat e Hassan (2014) utilizaram dados do Landsat para análise do efeito de ilhas de calor urbanas na cidade do Cairo durante três décadas (1984-2013), onde relacionaram o aumento da temperatura principalmente com o crescimento urbano e a mudança de uso de solo da região, o que também foi possível observar em Brasília ao longo das décadas estudadas. Entretanto, a peculiaridade do caso da cidade do Cairo no referido estudo é o fato de o deserto possuir temperaturas mais elevadas em relação até mesmo aos materiais civis, que para regiões tropicais e temperadas, modificam o albedo e absorvem maior quantidade de calor. Ainda assim, áreas vegetadas apresentam as menores temperaturas, demonstrando que a lógica da remoção da

vegetação de forma não planejada para a ocupação urbana é a mesma para a alteração da temperatura local.

Ainda seguindo essa linha de estudo, Kikon (2013) desenvolveu um estudo multitemporal na Índia por meio de dados Landsat e verificou forte relação entre temperatura, albedo e o NDBI (*Normalized Difference Built-up Index*), com resultados indicando que a mudança de temperatura ocorrida nesse intervalo temporal se deu principalmente devido ao acréscimo de superfícies impermeáveis oriundas do processo de expansão urbana.

Apesar de ser uma cidade planejada, Brasília apresenta-se como um quadro resumido da realidade de países em desenvolvimento, onde o inchaço da mancha urbana caracteriza-se como uma característica marcante (Baptista, 2002). Nesse contexto, de acordo com o autor, considerando que o plano de instalação da capital previa uma população de 500 mil habitantes e que hoje esse valor se aproxima de 3 milhões, isso acaba trazendo como consequência um maior adensamento de edificações, onde acaba ficando implícito o aumento de ocupações irregulares, ampliação de pavimentos, construção de um número maior de edificações e diminuição da atenção quanto à manutenção de parâmetros urbanísticos importantes, como índice de áreas verdes e taxa de permeabilidade do solo, os quais, uma vez baixos, contribuem para o aumento da intensidade das ilhas de calor. O que pode explicar bem isso, conforme salientado por Teza e Baptista (2005) é o fato de a substituição da cobertura vegetal por uma grande quantidade de casas, prédios, ruas e avenidas ser maior no centro das cidades, o que leva a um aumento considerável da irradiação de calor para atmosfera em comparação com as zonas rurais, onde a cobertura vegetal é maior.

De modo a minimizar o efeito das ilhas de calor, Christoperson (2012), chama atenção para a importância de se encontrar formas de tornar as cidades mais frias por meio da redução do consumo de energia e combustíveis fósseis. A EPA (*United States Environmental Protection Agency*), por exemplo, criou um programa para a mitigação do fenômeno por meio de vários métodos como o aumento da cobertura vegetal nas cidades, instalação de telhados mais reflexivos, implementação de pavimentos com materiais mais frios e a instalação de telhados verdes, também conhecidos como eco-telhados. Atitudes como essa acaba contribuindo de modo positivo para amenizar o impacto das ilhas de calor nas grandes cidades, especialmente para aquelas cujo índice de áreas verdes vem diminuindo ao longo do tempo.

## 6. Conclusão

Este estudo comprovou a existência do fenômeno de ilhas de calor urbanas na Área Metropolitana de Brasília - AMB. A avaliação multitemporal dos dados permitiu a verificação do aumento da temperatura nos centros urbanos em comparação com as zonas periféricas ou rurais, cuja diferença entre as temperaturas máximas nos anos de 1984 e 2014 chegou a 8,2°C.

Os baixos registros observados em 1984 podem estar associados à ocorrência do fenômeno La Niña, assim como os valores elevados em 1994 podem estar associados a ocorrência do fenômeno El Niño.

No Distrito Federal, o inchaço da mancha urbana é uma característica marcante. O grande contingente populacional levou ao surgimento de diversas cidades nos últimos anos. Esse comportamento foi bem evidenciado pelas imagens e interfere de maneira direta na intensificação do fenômeno de ilhas de calor no cenário da AMB.

Para estudos futuros sugere-se a possibilidade de transformar a banda 10 e 11 do Landsat-8 em uma única banda para fins de comparação com a banda 6 do Landsat-5 em estudos multitemporais. Além disso, sugere-se também a incorporação do parâmetro da temperatura de superfície na análise, o que permitirá a identificação de um cenário mais realístico, assim como a relação entre as temperaturas, e sua interferência na temperatura do ar.

## 7. Bibliografia

Baptista, G.M.M (2002). *Estudo Multitemporal do fenômeno Ilhas de Calor no Distrito Federal*. Revista Meio Ambiente, nº. 02, p. 03-17.

Companhia de Planejamento Do Distrito Federal – CODEPLAN. *Delimitação do Espaço Metropolitano de Brasília (Área Metropolitana de Brasília)*. Nota Técnica nº 01/2014, Dezembro de 2014. Disponível em: <[http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa\\_socioeconomica/desenvolvimento\\_regional/2014/AMB%20Nota%20Tecnica%20dez2014.pdf](http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/pesquisa_socioeconomica/desenvolvimento_regional/2014/AMB%20Nota%20Tecnica%20dez2014.pdf)>. [Acedido em Julho de 2015].

Christopherson, R (2012). *Geossistemas: uma introdução à geografia física*. Porto Alegre: Editora Bookman, 7ª Edição.

Effat, H. A.; Hassan, O. A. K (2014). *Change detection of urban heat islands and some related parameters using multi-temporal Landsat images: a case study for Cairo city, Egypt*. Urban Climate Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2014.10.011>. [Acedido em 30 de março de 2016]

EPA – United States Environmental Protection Agency. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Green Roofs*. 2009. Disponível em: <<http://www.epa.gov/heatislands/resources/pdf/GreenRoofsCompendium.pdf>>. [Acedido em 01 de dezembro de 2014].

Ganem, K. A.; Oliveira, M. T (2014). *Análise sazonal da relação entre sequestro florestal de carbono e ilhas de calor urbanas nas metrópoles de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília*. 76 f., il. Monografia (Bacharelado em Ciências Ambientais) — Universidade de Brasília, Brasília.

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística – IBGE (2010). *Censos Demográficos*. Rio de Janeiro: IBGE.

Jensen, J. R (2009). *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. Tradução de Epiphany, J.C. (coordenador)... [et al.]. São José dos Campos, SP: Parêntese, 598 p.

Lombardo, M. A (1985). *Ilha de Calor nas Metrópoles*. São Paulo: Hucitec.

Novo, E. M. L. De Moraes (2010). *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 4ª Edição. São Paulo: Blucher.

Paviani, A (2009). *Demandas sociais e ocupação do espaço urbano*. O caso de Brasília, DF. Cadernos Metrôpole 21 p. 75-92.

Teza, C. T. V.; Baptista, G. M. M (2009). *Identificação do fenômeno de ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, P. 3911-3918. Internet.



United States Geological Survey (USGS). *Landsat Project Description*. Disponível em: <[http://landsat.usgs.gov/about\\_project\\_descriptions.php](http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php)>. [Acedido em Julho de 2015].

United States Geological Survey (USGS). *Technical Announcement USGS Completes Decommissioning of Landsat*. Junho de 2013. Disponível em: <<http://www.usgs.gov/newsroom/article.asp?ID=3626>>. [Acedido em 15 de abril de 2016].

Vilarinho, M. T. L.; Guirra, L. S.; Baptista, G. M. M (2015). *Avaliação das Bandas 10 e 11 do TIRS do Landsat 8 na Identificação de Ilhas Urbanas de Calor em Quatro Cidades Brasileiras*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa. Anais... São José dos Campos: INPE, p. 4415-4420. Internet.

## **A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CLIMA URBANO DA CIDADE DE PONTA GROSSA – PR: O MICROCLIMA DE UMA ÁREA DE MATA NO BAIRRO DE UVARANAS**

J. C. G. Ribeiro<sup>(a)</sup>, G. C. F. da Cruz<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geociências/Universidade Estadual de Ponta Grossa  
jessicacgribeiro@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geociências/Universidade Estadual de Ponta Grossa  
gilsoncruz@uepg.br

### **Resumo**

O presente trabalho, compõem parte de um projeto maior, de estudo do Clima Urbano de Ponta Grossa-Paraná-Brasil e teve como objetivo central diagnosticar a dinâmica do microclima em um determinado espaço, no interior de uma área vegetada e no seu entorno, na área urbana de Ponta Grossa –PR, no bairro de Uvaranas, realizado o registro da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%). O surgimento das cidades, o seu crescimento e de sua população, resulta em um clima diferente do que existia anteriormente, que é o Clima Urbano, consequência da introdução da alteração nos elementos que compõem a paisagem, alterando as condições naturais, em função disso tem se uma necessidade cada vez maior de compreensão do clima. Em Ponta Grossa, PR, a área urbana é densamente ocupada, com isto o Clima Urbano está bem definido, com diferentes microclimas, sendo que se destacam aqueles que resultam da interação de áreas vegetadas, com áreas construídas.

**Palavras-chave:** Clima Urbano, Microclima, Efeito de Borda, Área Verde, Espaço Urbano.

### **1. Introdução**

A urbanização e o crescimento urbano provocam uma grande alteração nas características naturais das cidades, provocando principalmente a substituição da vegetação por construções e por pavimentações, que alteram de forma significativa o balanço de radiação no local, desta maneira um novo clima e diferentes microclimas são formados. O comportamento da temperatura nas áreas urbanas está diretamente relacionado com os elementos que compõem a cidade. A pavimentação asfáltica tende a provocar um aumento no aquecimento da superfície e por consequência do ar logo acima do solo. Neste sentido, é importante que áreas verdes sejam mantidas em meio às construções e pavimentações existentes nas cidades.

Na estrutura física da paisagem, o clima é de importância primordial, desta forma, a arborização urbana tem um importante papel no controle e amenizador do clima urbano, interferindo, principalmente, no campo térmico. No entanto no interior das áreas mais arborizadas ou vegetadas, públicas, como parques e praças e nas áreas privadas, nos terrenos das propriedades particulares, os elementos construídos pela ação humana e que fazem parte da cidade, também, interferem no clima (SAUER, 1998).

As cidades são caracterizadas por diferentes microclimas, sofrendo influência das áreas construídas, passeio das ruas, asfaltos e vegetação. O microclima abordado, corresponde aos “[...] climas na proximidade da superfície [...] do solo e da vegetação” (DREW, 1986, p.40), assim como “[...] próximo à superfície ou de áreas muito pequenas [...]” (AYOADE, 2002, p.04).

Conforme Oke (2004) citado por Andrade (2006) são enfatizadas quatro escalas climáticas horizontais:

Escala Macroclimática, equivale ao clima regional decorrente da formação topográfica e latitude, recebem influências das massas térmicas que durante sua trajetória além das características naturais acaba sofrendo influência de outras massas térmicas e do mar. Dados fornecidos por estações meteorológicas, descrevem o clima genérico de um estado ou país.

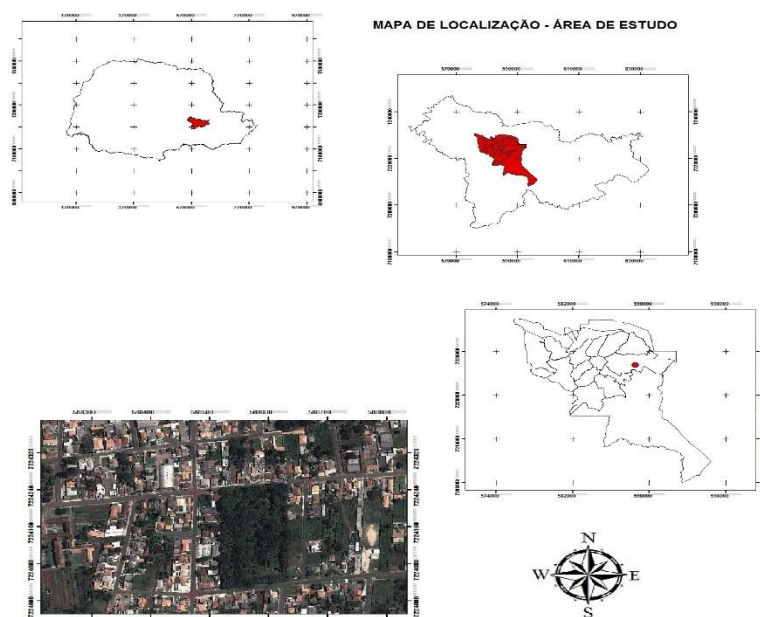
Escala Mesoclimática, costuma-se adotar médias de 30 anos de dados climáticos comparadas com parâmetros da evolução urbana. Normalmente, estes dados são fornecidos por estações meteorológicas ou aeroportos localizados no perímetro urbano.

Escala Local, o que inclui os efeitos da característica das paisagens no clima, tal qual a topografia. Essa escala é adotada quando se tem dimensões que variam entre um a mais quilômetros. Nessa classificação de escala utilizam-se dados diários e horários coletados durante um período de tempo que pode variar de cerca de um ano, um trimestre ou mesmo por um episódio típico de verão ou de inverno. Tais dados costumam ser coletados pelo próprio pesquisador.

Escala Microclimática, é típica para microclimas urbanos, sendo ajustadas pelo dimensionamento de elementos individuais: prédios, árvores, estradas, ruas, pátios, jardins e etc., estendendo-se em média, por menos de um metro até cem metros

## **2. Discussão**

A área de estudo localizada na Rua Teixeira Mendes na cidade de Ponta Grossa - PR, com uma área total de 23.870,74 m<sup>2</sup> (Figura 1), bem arborizado e com casas ao entorno, permitiu uma análise sobre o efeito de borda, com a ajuda de equipamentos, monitoramento da temperatura e da umidade do local, realizadas medições com equipamentos fixos Termo-Higrômetro J Prolab, dentro de um Mini Abrigo Meteorológico (Figura 2) a 1,5m do chão, realizando deslocamentos em transectos pré-determinados.



Org: Ribeiro, J. C. G. 2013

Figura 1 - Localização da área de estudo



Figura 2 - Abrigo Meteorológico

As medições foram feitas primeiro no interior da mata, posteriormente no passeio da rua junto ao quarteirão e num segundo momento no passeio da parte externa da rua, em relação à área de Mata (Figura 3). Os dados foram coletados em dois momentos, primeiro no verão nos dias 24, 25 e 26 de fevereiro de 2015 e posteriormente no inverno, nos dias 04, 05 e 06 de agosto de 2015, sempre com tempo bom e em condições de pré-frontal, os registros foram feitos sempre às 9h, 15h e 21h.

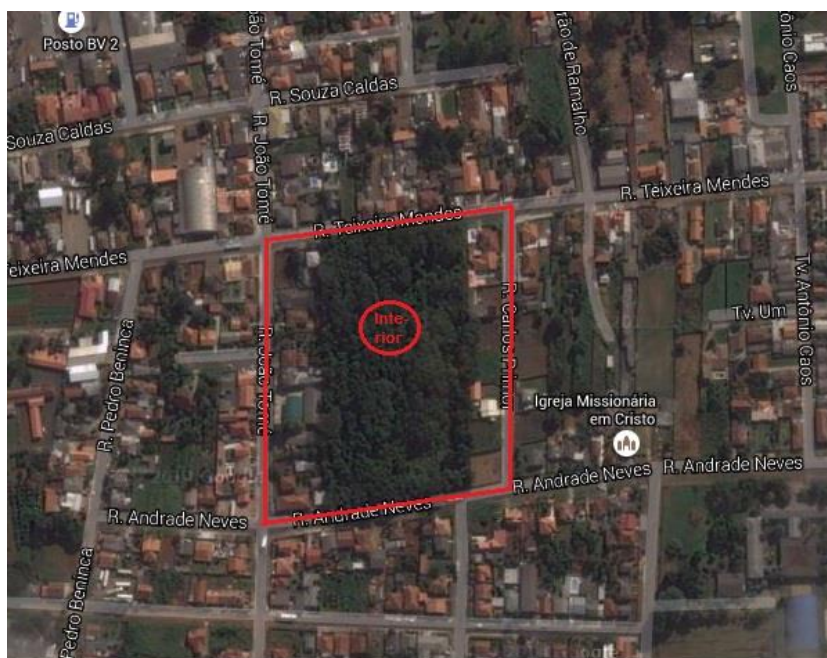


Figura 3 - Localização dos mini abrigos Norte, Sul, Leste e Oeste.

Fonte: Google Maps

Cruz (2009) explica que as diferenças de altitudes na área urbana podem não ser significativo para influenciar no clima urbano, porém se mostrou importante enquanto variáveis explicativas das variações da temperatura. Cruz (2009) ainda cita a importância das declividades encontradas na área urbana de Ponta Grossa no clima local, demonstrando que a porcentagem destas pode influenciar na perda ou ganho de radiação, gerando assim em maior ou menor aquecimento da superfície e do ar. Os arroios existentes nos vales contribuem nas mudanças do clima urbano da cidade, já que as condições encontradas quanto a ventos, umidade relativa e insolação podem ser fatores para influenciar na temperatura do ar, na umidade relativa e na precipitação de uma área. (CRUZ, 2009).

A exposição das vertentes exerce uma influência no clima da cidade, assim como o desenho urbano influencia no aumento da temperatura, culminando na formação de ilhas de calor no centro da cidade, intensificando nas noites de inverno, e nos principais eixos de ligação com os bairros periféricos. As temperaturas vão aumentar de leste para oeste e de sul para norte na área urbana. (CRUZ, 2009).



O que a pesquisa visa demonstrar é uma percepção no que se difere o microclima da região e os agentes que intensificam ou alteram os fenômenos associados, paisagem, espaço urbano e microclima.

“O termo “paisagem” é apresentado para definir o conceito de unidade da geografia, para caracterizar a associação peculiarmente geográfica de fatos”. (SAUER, 1998. p. 23). A população que reside no entorno tanto influencia na constituição da paisagem, seja esta imediata ou a longo prazo, como recebe as influências, principalmente no caso de áreas arborizadas. Os fragmentos da paisagem influenciam nos efeitos de bordas, que pode ser identificado por Blumenfeld (2008) como fragmento de floresta que é uma das principais consequências do uso e ocupação da terra e um dos principais fenômenos responsáveis pela descaracterização e degradação de um remanescente florestal.

No interior da Mata o local é caracterizado por uma vegetação densa, não primária, com árvores de grande e médio porte, onde as copas das árvores se encontram deixando-a mais fechada e com pouca iluminação (figura 4 e 5), a presença de arbustos e gramíneas aumenta a umidade do solo.



Figura 4 - Interior da Mata

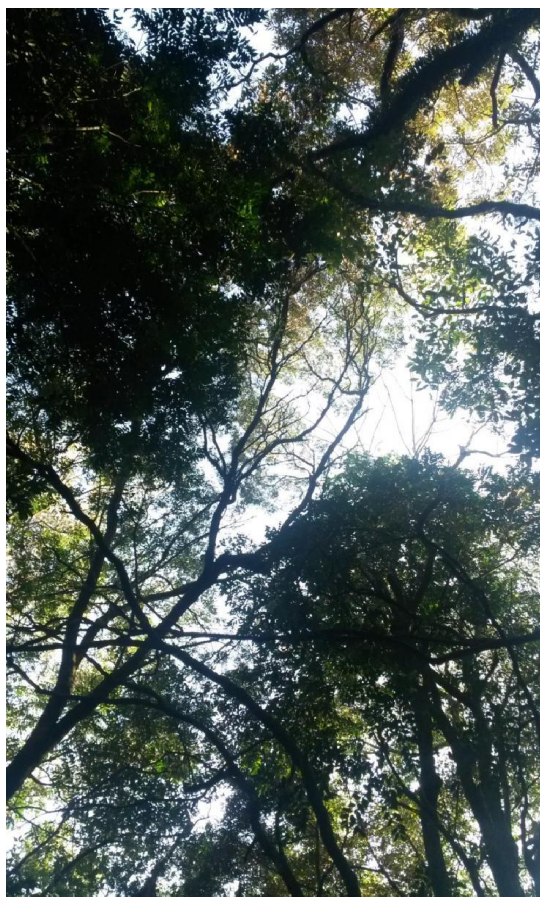


Figura 5 - Interior da Mata

O conjunto de fotos da parte externa da área arborizada permite identificar que existe uma área de transição que compõe a borda a qual exerce influência na área urbana em volta da área em questão assim como recebe influência da mesma. Um exemplo de como isso ocorre é pelo sombreamento provocado pela vegetação.



Figura 6 - Área de Estudo

Em relação aos dados do verão, o transecto realizado no dia 24 de fevereiro de 2015 mostra a variação da temperatura no verão (Figura 7). A Rua Teixeira Mendes tem uma maior influência da Mata, em contato com vegetação a borda fica com uma temperatura variando entre 28,2°C a 27,4°C, diminuindo consideravelmente na esquina com as Ruas Teixeira Mendes e João Thomé, explicado pela troca de energia que há entre as ruas, sendo um espaço aberto, a circulação do ar é maior. Entrando na Rua João Thomé, onde toda sua extensão é de casas tanto na borda como no passeio externo corrobora na interferência do clima, aumentando a temperatura para 27,2°C. Já na Rua Carlos Primor em meio as construções, a temperatura, também sobe para 28°C. Em relação ao transecto na parte externa a temperatura em frente à Mata na Rua Teixeira Mendes fica inferior à borda com 26,6°C, causado pelo sombreamento que as árvores provocam nas casas. Em contato com a Rua João Thomé a temperatura também aumenta pelo mesmo indicador tratado acima, diminuindo em contato direto com a Mata na Rua Andrade Neves, variando de 27,2°C a 27,1°C.

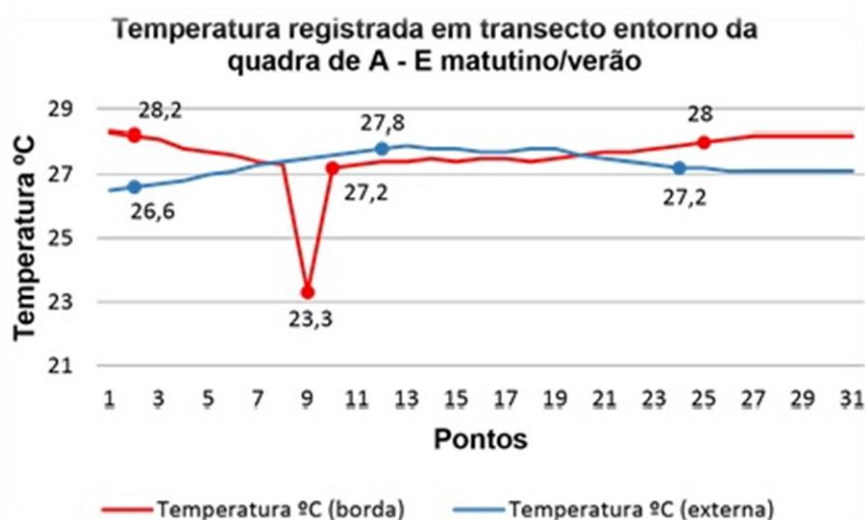


Figura7 - Matutino/verão (transecto quadra inteira)

A figura 8 no campo feito a tarde mostra uma variação da temperatura da borda de 4,3°C, onde a temperaturas de 29,5°C a 29,2°C entre os pontos 1 e 3 fica a área da borda com influência direta da Mata na Rua Teixeira Mendes, subindo para 32,2°C a 32,3°C em meio a interferência das construções na Rua João Thomé. Com 32,7°C a 33,8°C em frente à borda da Mata na Rua Andrade Neves, mesmo com a Mata as condições do tempo no dia intensificam as temperaturas, o céu sem a interferência de nuvens fica mais aberto aos raios solares na parte da tarde. Já próximo à esquina da Rua Carlos Primor, tratando-se da mesma questão de ser uma área aberta com troca de energia entre as ruas a temperatura diminui para 31,3°C.

Na área externa a temperatura se mostrou inferior à borda em quase todo o transecto, sobre o sombreamento das árvores na Rua Teixeira Mendes a temperatura ficou com 29,1°C, aumentando



na área das casas na Rua João Thomé com 29,1°C, variando ainda mais do ponto 23 em diante nas áreas construídas das Ruas Andrade Neves e Carlos Primor.

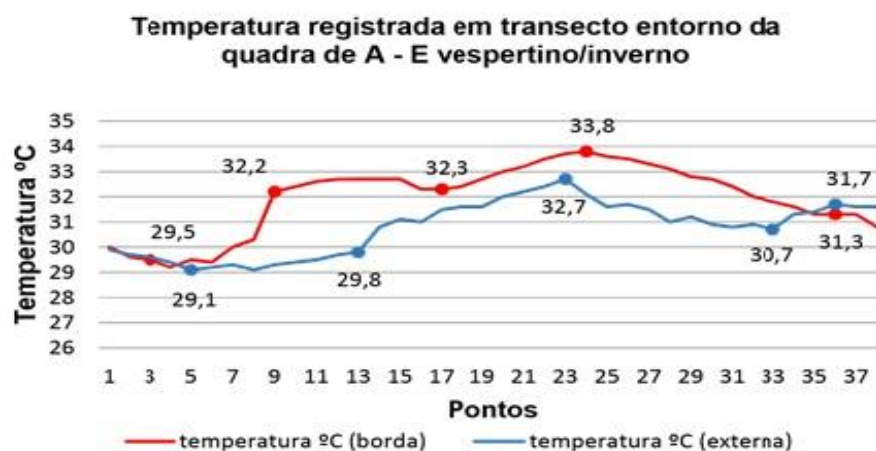


Figura 8 - Vespertino/Inverno (transecto quadra inteira)

### 3. Considerações finais

Na análise dos dados para turnos diferentes, ficou evidente as diferenças no comportamento termohigrométrico, com raras exceções, onde a área da Mata sempre se mostrou mais fria e úmida durante dia, com amplitude maior no verão. Nas áreas das ruas com contato direto com a área da Mata se observou diminuição da temperatura e aumento da umidade, que resulta em amenização da temperatura, para população residente na área de influência e para os transeuntes.

Em alguns momentos a influência da mata no Clima é mascarada por interferência da nebulosidade, da pavimentação das ruas e passeios, assim como dos muros e das construções. No sentido Norte, Nordeste e Oeste a influência dos raios solares são maiores em áreas planas, resultando em temperaturas mais elevadas. As demais vertentes não sofrem tanta influência da insolação, o que resulta em temperaturas menores.

Os dados mostram que é necessário um cuidado no estudo e interpretação dos diferentes microclimas em uma área integrada à paisagem climática, onde são vários os fatores que colaboram com a variação das temperaturas, além da vegetação. A população tem a percepção da influência da área da Mata no Microclima do local, pois desempenha papel de amenizadora da temperatura, interfere no vento e na insolação, fato percebido nas residências e nas ruas. A importância de uma área de Mata em uma área urbana, também, é percebida pela população, que vive na região.

O efeito de borda de uma área arborizada na cidade, ocorre, principalmente com a geração de temperaturas mais baixas, principalmente nas ruas em seu entorno. Ocorre um movimento de ar do interior da mata para as ruas em seu entorno, durante o dia, e um movimento das ruas para o

interior da Mata, durante a noite, em função da alternância na formação de centros de alta e baixa pressão. Uma área de Mata no interior de uma área urbana funciona como um fator de amenização do clima local, determinando valores menores de temperatura no seu interior.

#### 4. Bibliografia

ANDRADE, H. (2005). O clima urbano – natureza, escalas de análise e aplicabilidade. *Finisterra*, XL, 80, p. 6791.

AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. 8ª ed. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2002. 332 p.

BLUMENFELD, E. C. (2008). Relações entre Vizinhança e Efeito de Borda em Fragmento Florestal. 2008, 86 f. Dissertação (Pós-Graduação em concentração Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CRUZ, G. C. F. da. (2009). Clima Urbano de Ponta Grossa-PR: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira. 2009. 366 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo.

DREW, David. (1998). Processos interativos homem meio ambiente. Trad. de João Alves dos Santos. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

OKE, T. R. (2005). *Boundary Layer Climates*. 2. ed. London and New York: Routledge. 435 p.

RIBEIRO, J. C. G. (2015). A Influência da Vegetação no Clima Urbano da Cidade de Ponta Grossa-PR: o microclima de uma área de mata no bairro de Uvaranas. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 110 p.

SAUER, C. O. (1998). A morfologia da paisagem. In: CORRÊA, R. L; ROSENDAHL, Z. (orgs). *Paisagem, Tempo e Cultura*. Rio de Janeiro: EdUERJ. P. 12-74.



# **O CLIMA URBANO DE UMA CIDADE SUBTROPICAL-PARANÁ-BRASIL: ANÁLISE E DISCUSSÃO A PARTIR DA INTERPOLAÇÃO DE DADOS POR KRIGAGEM ORDINÁRIA**

G. C. F. da Cruz<sup>(a)</sup>, S. F. C. F. da Cruz<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Ponta Grossa  
gilsoncruz@uepg.br

<sup>(b)</sup> Secretaria de Estado da Educação do Paraná  
sucafe@ig.com.br

## **Resumo**

Na medida em que o homem se concentra em determinadas áreas, a pressão sobre os condicionantes naturais aumenta. As cidades constituem um dos melhores exemplos da concentração de pessoas e atividades em um mesmo lugar e também da intensa interferência do homem no ambiente, provocando o surgimento do clima urbano. O principal objetivo deste artigo é demonstrar como a Krigagem pode ser utilizada para o estudo do clima urbano. Os dados foram tratados em seu conjunto, com a utilização da krigagem ordinária, utilizando-se de dois softwares o Surfer e o ArcGis, com o objetivo de realizar a interpolação espacial, para extrapolar os dados para toda a área urbana, com a geração de cartogramas horário. O uso da técnica da krigagem ordinária, se mostrou eficiente na mediada em que permitiu visualizar a formação das ilhas de calor e das ilhas frias, na área urbana de Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

**Palavras chave:** clima urbano, Ponta Grossa, mudança climática

## **1. Introdução**

Na medida em que o homem se concentra sua ocupação em determinadas áreas, a pressão sobre os condicionantes naturais aumenta consideravelmente. As cidades constituem um dos melhores exemplos da concentração de pessoas e atividades e também da intensa interferência do homem no ambiente, com mudanças na paisagem natural, a ponto de provocar a formação de uma nova paisagem, com um novo clima.

As mudanças ambientais provocadas pelas ações antrópicas geram consequências e o novo clima criado é especial, pois se trata do Clima Urbano e ao detalhar este clima verifica-se que no contexto da cidade ocorrem diversos microclimas diretamente relacionados com a presença dos elementos que compreende o ambiente produzido pelo processo de urbanização - a área urbana e as atividades humanas que nela são desenvolvidas.

A intensidade com que o Clima Urbano se faz perceber depende do tamanho da cidade, do modelo de ocupação, das atividades desenvolvidas, número de habitantes e do grau de alterações provocadas no meio ambiente.

A área urbana de Ponta Grossa, no estado do Paraná, Brasil, uma cidade subtropical, que possui relevo irregular, com muitos fundos de vale, com extensa ocupação horizontal que se estende para todas as direções e vertical principalmente no centro, com população estimada de 337.865 mil habitantes, constitui a área de estudo.

Na busca de identificar o clima da cidade de Ponta Grossa, foi desenvolvido trabalho de campo para a produção de dados sobre o clima local, os quais foram tratados através de técnicas estatísticas e com programas de geoprocessamento, que resultou em um vasto material cartográfico, que permitiu fazer algumas inferências importantes sobre o Clima Urbano.

## **2.Clima Urbano: possibilidades e instrumentos de análise**

Na medida em que o ser humano, cada vez mais se concentra nas áreas urbanas, aumenta a necessidade de compreender melhor o Clima Urbano, pois se existem semelhanças entre o que ocorre no clima das cidades, mas, também, existem muitas diferenças e particularidades, que podem ser representativas no momento de se pensar a cidade, com o intuito de atingir melhor qualidade de vida e uso do solo.

Segundo Lombardo (1985), a percepção sobre o clima da cidade já havia sido notada desde a época do império romano. Mas foi a partir do século XIX, que têm início as primeiras análises observacionais, com ênfase na cidade de Londres, devido à influência do processo de urbanização. Um dos estudos mais completos sobre Clima Urbano foi desenvolvido por Chandler para a cidade de Londres, em 1965. (ILERA; GARCIA, 1991; MENDONÇA e MONTEIRO, 2003).

Zavatini (1996) diz que, no Brasil, o conceito de clima elaborado por Sorre e o método sintético das massas de ar e dos tipos de tempo proposto por Pédelaborde receberam uma tradução adequada de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, o qual escreveu sobre a noção de ritmo climático, para ser aplicado nos estudos de clima urbano.

No Brasil muitas pesquisas têm sido feitas sobre o clima urbano, desde as décadas de sessenta e setenta, como as de Monteiro (1976), Lombardo (1985), Danni-Oliveira (1987), Mendonça F. (1995), Mendonça M. (2003) e Brandão (2003), o que demonstra a importância que o tema vem adquirindo ao longo dos últimos anos.

A importância dos estudos sobre o Clima Urbano aumentou, por ser esta uma temática atual, na qual se trabalha com questões que envolvem um espaço produzido pelo homem, onde as consequências da ação antrópica resultam em mudanças significativas no clima local. Lombardo (1990, p. 163) afirma que: “A cidade constitui uma das maiores alterações da paisagem produzida através do jogo de relações de forças naturais, sócio-econômicas e culturais”.

A utilização da Krigagem, foi a opção feita por Sarricolea et al (2008) como método de interpolação para o tratamento de dados de um estudo de clima urbano para a cidade de Rancagua (Chile).

Flores (2001, p. 3) argumenta que a técnica da krigagem “... sempre melhora os resultados das interpolações e, por consequência, os da representação espacial.”, isto com base em trabalho desenvolvido para o Oeste Paulista, tendo em vista a comparação de resultados e a integração de conhecimentos.

Para dar conta de explicar o clima urbano de Ponta Grossa, tendo por base os métodos supracitadas, optou-se pela utilização de algumas técnicas, as quais dessem conta da análise e apresentação dos dados produzidos no trabalho de campo. Dentre as técnicas utilizadas, deve-se destacar da Krigagem Ordinária.

A técnica da Krigagem Ordinária foi utilizada para tratamento dos dados, com o auxílio de dois softwares o Surfer e o ArcGis, sendo gerados mapas com as isotermas, tendo por base os dados de temperatura dos 20 pontos, definidos para o trabalho de coleta de dados. (BURROUGH; MCDONNELL, 2004).

Utilizando a interpolação por krigagem, uma das técnicas estatística utilizada para espacializar e posteriormente analisar os dados obtidos durante o trabalho de campo, foram gerados mapas com isolinhas, os quais foram agrupados de acordo com os três períodos do dia, manhã com 4 mapas, tarde com 5 mapas e noite com 4 mapas.

### **3. Área de estudo: área urbana de Ponta Grossa**

Ponta Grossa é um município do estado do Paraná com uma área total de 2.112,6 km<sup>2</sup>, que está localizado no 2º Planalto Paranaense, ocupando uma porção do Centro Leste do estado do Paraná. O município encontra-se localizado entre as coordenadas UTM x 563.000/621.000 e y 7.195.000/7.240.00, sendo a zona 22S com altitude em torno de 960m (Figura 1).

A área urbana de Ponta Grossa está localizada no centro Leste do município, do qual ocupa 917,2km<sup>2</sup> de sua área total. Do extremo Leste ao extremo Oeste da área urbana a distância máxima é de 17km e de Noroeste a Sudeste, eixo de maior crescimento é de 28,5km.

Do ponto de vista geográfico, a área urbana de Ponta Grossa está localizada entre as coordenadas UTM x 575.00/598.000 e y 7.212.000/7.230.000, com altitudes que variam de 984m no centro a 769m ao Sul, na região do Distrito Industrial.

A ocupação da região teve início em 1704, quando a região foi requerida por Sesmarias pela família do Capitão-mor Pedro Taques de Almeida. Posteriormente foi dividida em diversas fazendas e se transformou em uma região de passagem das tropas de Cruz Alta, no Rio Grande do Sul, que eram levadas para São Paulo e Minas Gerais. Foi em uma das paragens das tropas que nasceu a cidade de Ponta Grossa, que foi emancipada em 1862.

A cidade se desenvolveu e atualmente o município de Ponta Grossa possui, aproximadamente, 337.865 mil habitantes, sendo que destes 97% vivem na área urbana.

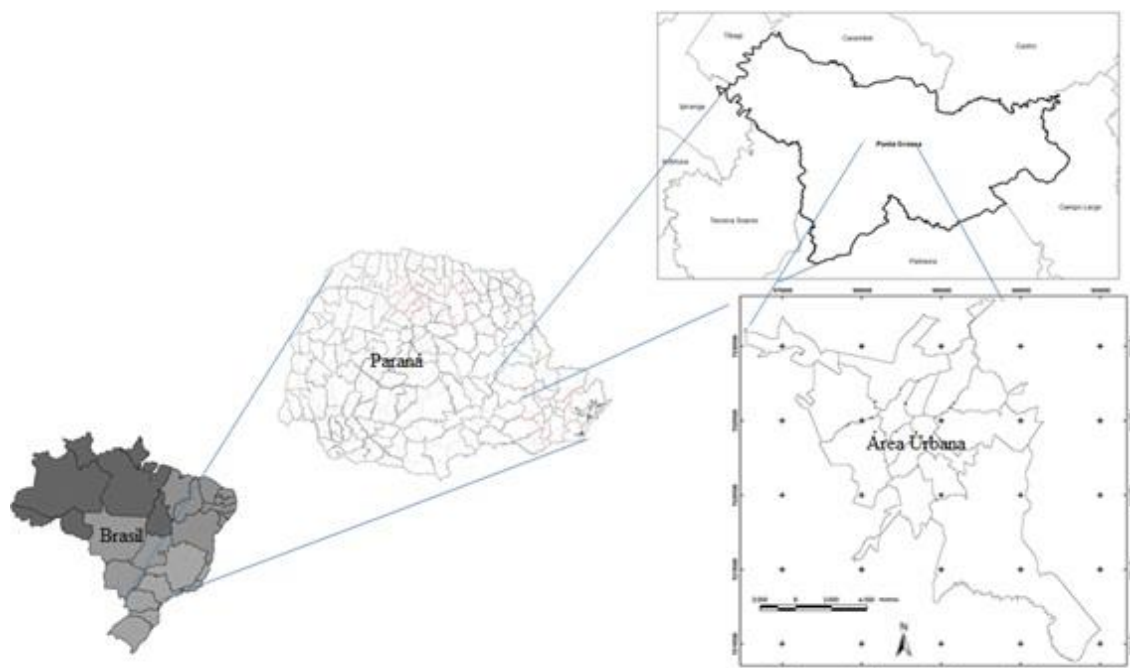


Figura 1 – Localização da área de estudo

Os registros dos dados de temperatura, que permitiram a espacialização com a krigagem ordinária, foram realizados em 20 pontos, com localização definida, considerando as diversas características naturais e de uso do solo, dentro dos limites da área urbana (Figura 2)

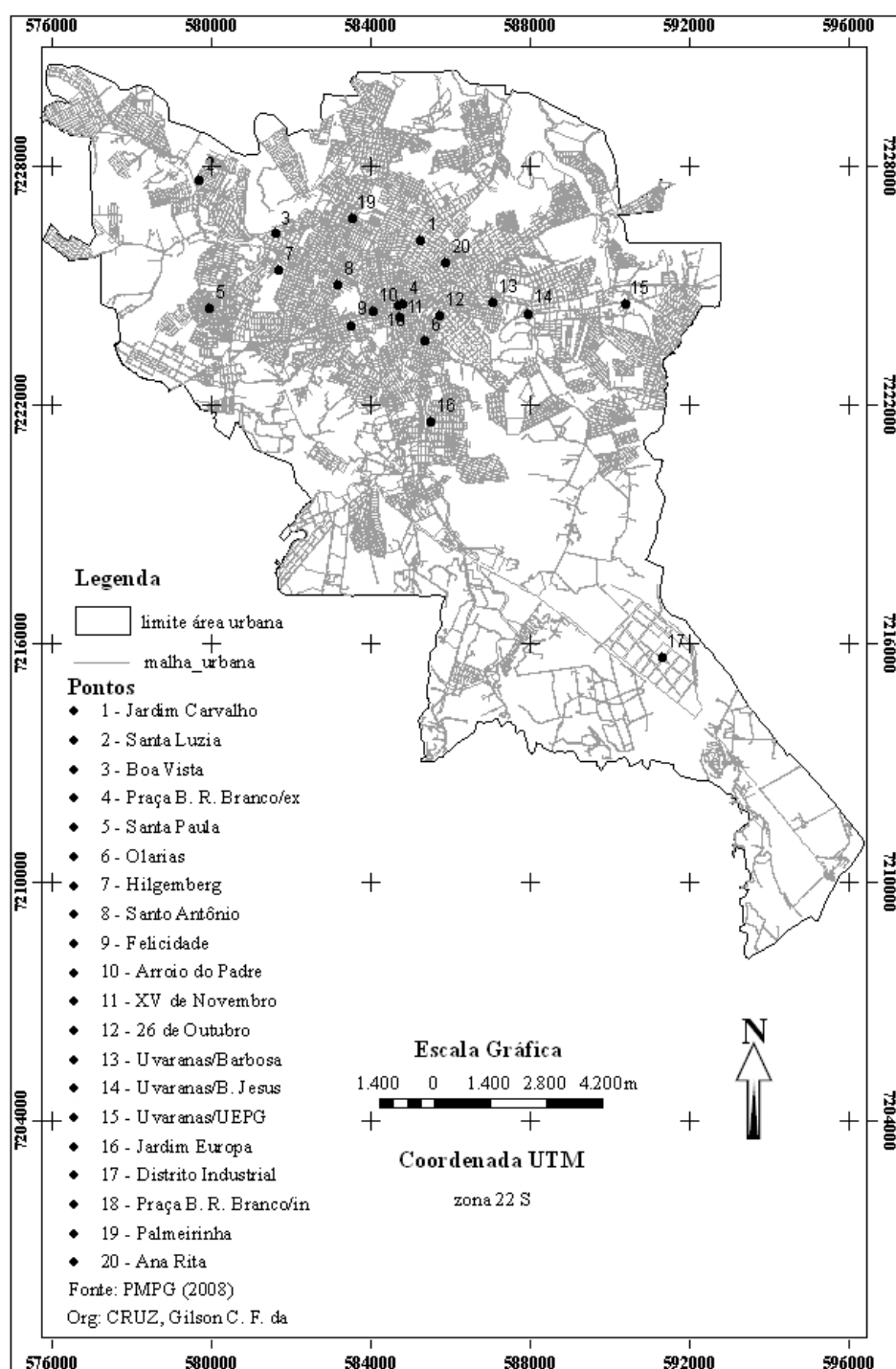


Figura 2 – Localização dos pontos de registro dos dados.

Fonte: CRUZ (2009)

#### 4. Resultado

Ao trabalhar com a krigagem ordinária, conseguiu-se espacialização o comportamento da temperatura, que respeitadas as limitações da técnica, permitiu a visualização da formação das ilhas de calor, como pode ser observado nas figuras 2 e 3, a seguir.



O mapa das 11h apresenta uma ilha de calor formada no ponto Ana Rita e 2 ilhas frias no Praça B R Branco/in e ex e nos pontos Uvaranas/Barbosa e Uvaranas/B Jesus. No mapa das 12h a situação observada no mapa do horário anterior se manteve. Um fato a destacar é que a Sul e a Oeste do centro as isolinhas mostram temperaturas mais elevadas, sem formar ilha de calor, porém mostrando uma tendência de aquecimento da região Oeste, Sul e Norte da cidade.

No período da manhã a ilha de calor de maior intensidade, calculada em relação ao Distrito Industrial, foi de 1 °C, no Ana Rita às 11h e da ilha fria foi de 3 °C no Praça B R Branco/in às 12h.

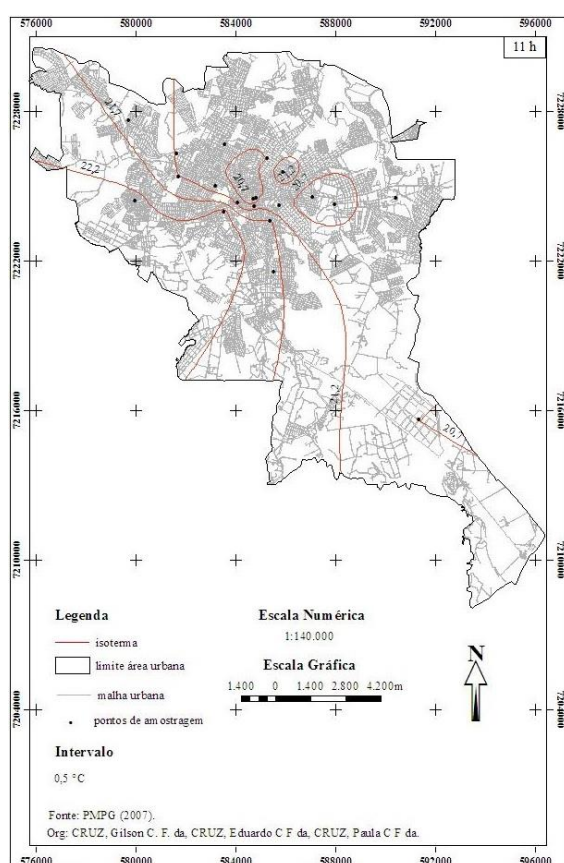


Figura 3 - Tipologia das anomalias térmicas encontradas às 11h na área urbana de Ponta Grossa, em 10 de dezembro de 2006.

Fonte: CRUZ (2009)

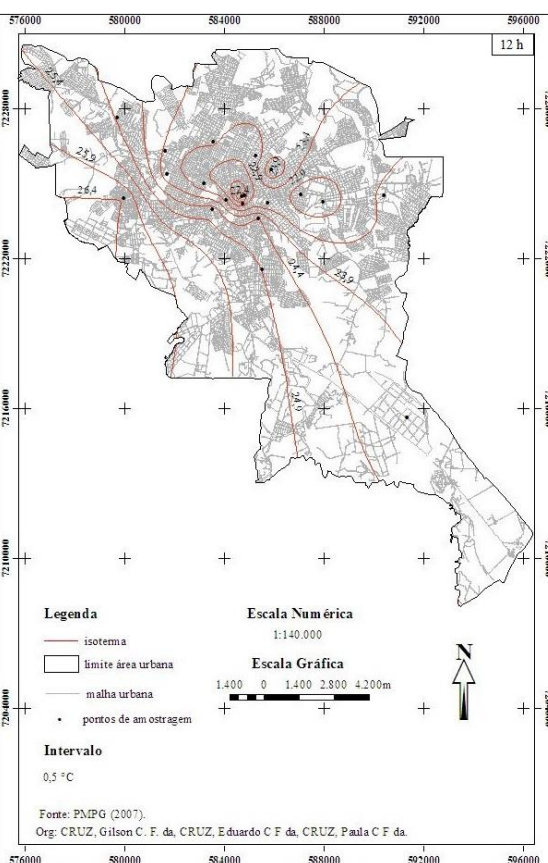


Figura 4 - Tipologia das anomalias térmicas encontradas às 12h na área urbana de Ponta Grossa, em 10 de dezembro de 2006.

Fonte: CRUZ (2009)

A maior diferença de temperatura, observada durante todo o trabalho de campo, foi observado no dia 10/12, às 17h, o que resultou em uma ilha de calor em um bairro da periferia, com diversos fatores causadores do fato, como o de se localizar numa vertente norte, sem arborização, pavimentada, com construções cobertas com eternit (telhas de amianto) e na porção oeste-noroeste da área urbana (Figura 5)

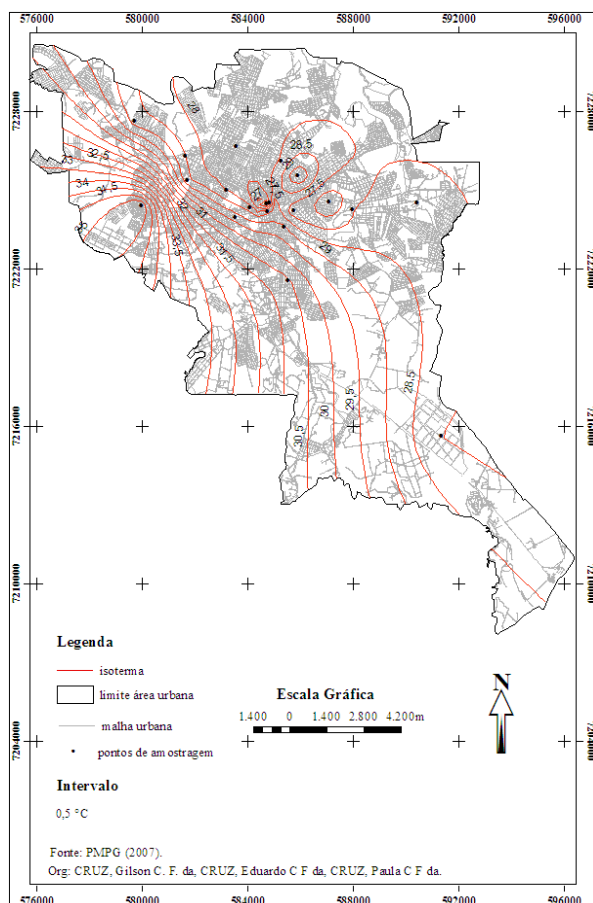


Figura 5 - Tipologia das anomalias térmicas encontradas às 17h na área urbana de Ponta Grossa, em 10 de dezembro de 2006.  
Fonte: CRUZ (2009)

Nos registros de dados realizados durante o inverno, as amplitudes das ilhas de calor e frio forma menores no que no final da primavera, no entanto, no período da noite, elas ficaram mais evidentes, o que pode ser constatado na interpolação por krigagem, feita com os dados das 20 h e 21h do último dia de registro (Figura 6 e 7).

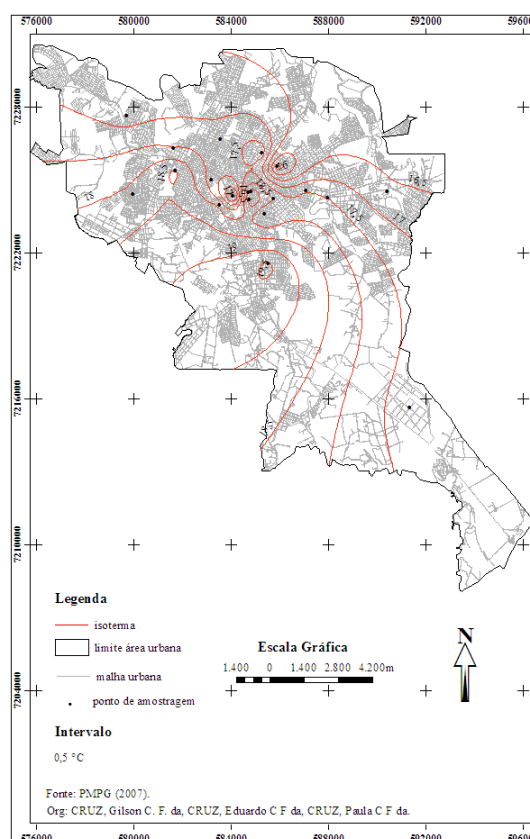


Figura 6 - Tipologia das anomalias térmicas encontradas às 20h na área urbana de Ponta Grossa, em 01 de agosto de 2007.  
Fonte: CRUZ (2009)

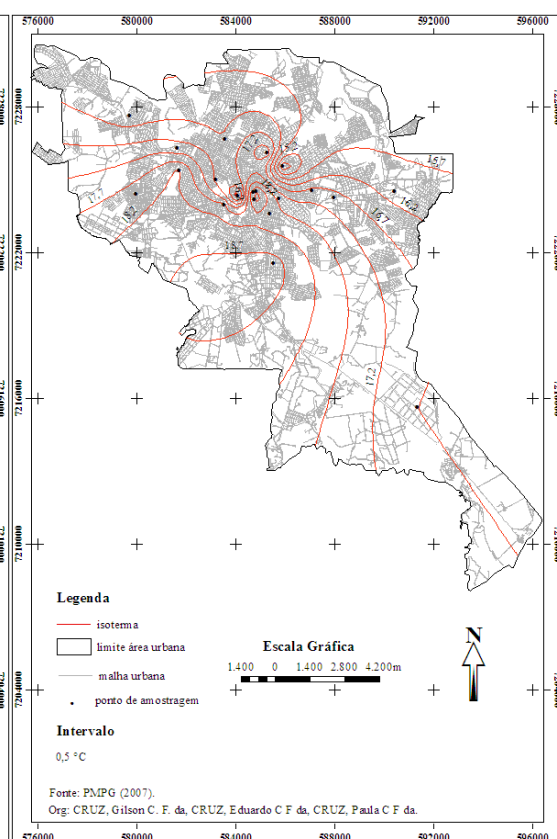


Figura 7 - Tipologia das anomalias térmicas encontradas às 21h na área urbana de Ponta Grossa, em 01 de agosto de 2007.  
Fonte: CRUZ (2009)

Durante a realização dos registros, foram feitos monitoramentos em todos os pontos, com deslocamentos que não ultrapassaram 40 minutos e durante estes monitoramentos, o que se observou e que os dados confirmaram, foi uma área urbana mais fria na porção do centro para norte, leste e sul e uma área urbana mais quente do centro para oeste e noroeste. Este comportamento térmico da área urbana de Ponta Grossa, também, foi observado, quando dos deslocamentos em transecto, realizados no período da noite.

Por conta desta constatação foram gerados mapas de isotermas com os dados médios das duas etapas de trabalho de campo, onde a krigagem ordinária, permitiu a visualização desta condição no mapa de isotermas (Figura 8).

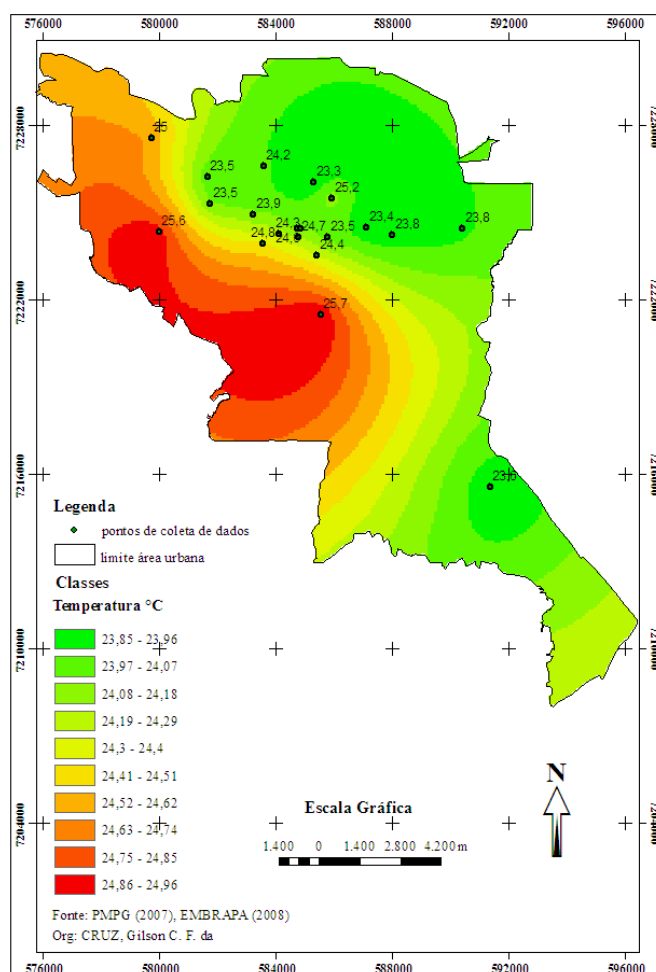


Figura 8 - Tipologia das anomalias térmicas encontradas para as médias de dezembro de 2007.

## 5. Considerações Finais

As pesquisas com Clima Urbano, são de grande relevância para o planejamento urbano, no entanto os gestores e tomadores de decisão ainda não se convenceram disso e ou não consegue perceber como utilizar as informações que estão sendo produzidos sobre a temática. Várias técnicas e metodologias pode ser utilizada para desenvolver as pesquisas com a temática Clima Urbano, visto que quando se trata de estudar o clima das cidades, muitas variáveis devem ser levadas em consideração e nem sempre conseguimos dar conta de todas elas. Desta forma todas as técnicas são válidas, mesmo que apresentem limitações, para determinadas situações.

O uso da técnica da krigagem ordinária, para análise e espacialização da ilha de calor por interpolação das temperaturas obtidas nos 20 pontos de coleta de dados, se mostrou eficiente na média da em que permitiu visualizar a formação das ilhas de calor e das ilhas frias. Nos casos em que a representação dos dados não chega a formar a ilha de calor, o desenho permite identificar zonas mais aquecidas, principalmente no centro, por meio da formação de faixas de temperatura mais elevada.

Nas áreas com maior densidade de ocupação, como o centro da área urbana nos mapas de interpolação por krigagem permitiram identificar a formação de ilhas de calor e ilhas fria, assim como possibilitou visualizar as ilhas em outros pontos da área urbana, principalmente quando se analisa as diferenças entre o centro e a periferia.

Apesar da Krigagem, homogeneizar o relevo e as demais características da paisagem que tem papel fundamental do balanço de radiação das áreas urbanas e no comportamento térmico, se mostrou uma ferramenta importante no diz respeito a possibilidade de visualizar espacialmente estes fenômenos, de forma particular no caso da temperatura.

## 6. Bibliografia

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Tendências e oscilações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro. 1987, 320 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1987.

BURROUGH, Peter A.; MCDONNELL, Rachael A. Principles of Geographical Information Systems. New York: Oxford, 2004. 333 p.

CRUZ, G. C. F. da. Clima Urbano de Ponta Grossa-PR: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira. 2009. 366 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo, 2009.

DANNI, Inês Moresco. Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em janeiro de 1982. Contribuição ao estudo do clima urbano. 1987. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia do Instituto de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

FLORES, Edílson Ferreira. Modelagem em Climatologia Geográfica: um ensaio metodológico aplicado ao Oeste Paulista. 2001. 237 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

ILERA, Fernando Arroyo; GARCIA, Felipe Fenández. Aproximación al conocimiento del confort térmico urbano de Madrid. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. 1991. 110 p.

LOMBARDO, Magda. A Ilha de calor nas metrópoles - o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

\_\_\_\_\_. O processo de urbanização e a qualidade ambiental - efeitos adversos no clima. Revista Brasileira de Geografia. São Paulo, n. 52(4), p. 161-166, out./dez. 1990.

MENDONÇA, Francisco A.O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica e sua aplicação à cidade de Londrina/PR. 1995, 322 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Clima Urbano. Contexto. São Paulo: 2003. 192 p.

MENDONÇA, M. A Dinâmica Têmporo-Espacial do Clima Subtropical na Região Conurbada de Florianópolis/SC. XXIV SemaGeo, 2003, Florianópolis. Resumos... Florianópolis: UFSC, 2003. Disponível em: < <http://www.cfh.ufsc.br/~gcn/semaGeo%2024/resumo8.htm> >. Acesso em: 15 dez. 2006.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e Clima Urbano. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1976. 181 p. (Série teses e monografias, 25).

SARRICOLEA, Pablo et al. Análise de la máxima intensidad de la isla de calor urbana nocturna de la ciudad de Rancagua (Chile) y sus factores explicativos. v. 8, Climatología, Islas Baleárea: 2008. 71-84 p.

ZAVATINI, João Afonso. A climatologia brasileira, o enfoque dinâmico e a noção de ritmo climático - desenvolvimento, progresso e perspectivas. Boletim climatológico, Presidente Prudente, v. 2, p. 11-20, 1996.

# **OS CASOS DE DESASTRES POR DÉFICITS OU EXCESSOS HÍDRICOS REGISTRADOS NO MUNICÍPIO DE TREZE TÍLIAS (SANTA CATARINA, BRASIL) ENTRE O PERÍODO DE 1980 E 2015.**

B. A. Dutra<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
oc.barbaraaguiar@gmail.com.

## **Resumo**

O município de Treze Tílias está localizado na mesorregião oeste catarinense e fundado em 1933, pelo Ministro da Agricultura da Áustria, Andreas Thaler. A economia é baseada na indústria e turismo. A distribuição das chuvas em Santa Catarina é influenciada pelo relevo, vórtices, frentes frias, cavados, convecção tropical e circulação marítima. Ao longo do levantamento dos eventos encontraram-se desastres de tipologias como inundações, estiagem, granizo e vendaval. Os decretos dos desastres no período de 1980 e 2015 foram coletados no Sistema Integrado de Informação sobre Desastres e organizados para tratamento dos dados. Para os principais episódios e casos realizaram-se reanálises utilizando o software GrADS com dados de precipitação mensal do NOAA de cobertura espacial de 0,5°X0,5°. A partir do recolhimento dos eventos nota-se que a maioria é de estiagem, distribuídos entre os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio. A estiagem provoca elevadas perdas econômicas na agricultura e pecuária.

**Palavras chave:** Estiagem. Desastres. Eventos. Treze Tílias.

## **1. Introdução**

### **1.1. Município de Treze Tílias**

O município de Treze Tílias está localizado na mesorregião oeste catarinense, aproximadamente 420 km da capital de Santa Catarina, Florianópolis. Sua área territorial abrange 186 km<sup>2</sup>, sua população em 2010 era de 6.341 habitantes e estimadas 7.237 em 2015. Desde o censo geográfico de 2000, o qual registrou 4.840 habitantes, a cidade apresentou crescimento aproximado de 31% e atingiu população superior a seis mil habitantes (IBGE, 2010). O município ainda faz divisa ao norte com Salto Veloso, a leste com Iomerê, a oeste com Água Doce e ao sul com Ibicaré, e está situado na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe juntamente com outras 26 cidades.

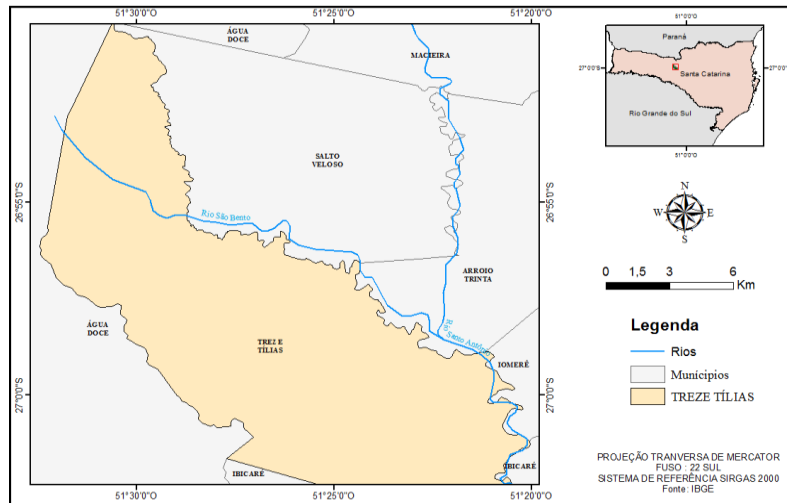


Figura 1- Localização do Município de Treze Tílias.

Fonte dos dados: IBGE. Organizado por: Maikon P.A.Alves e Rafael Brito Silveira.

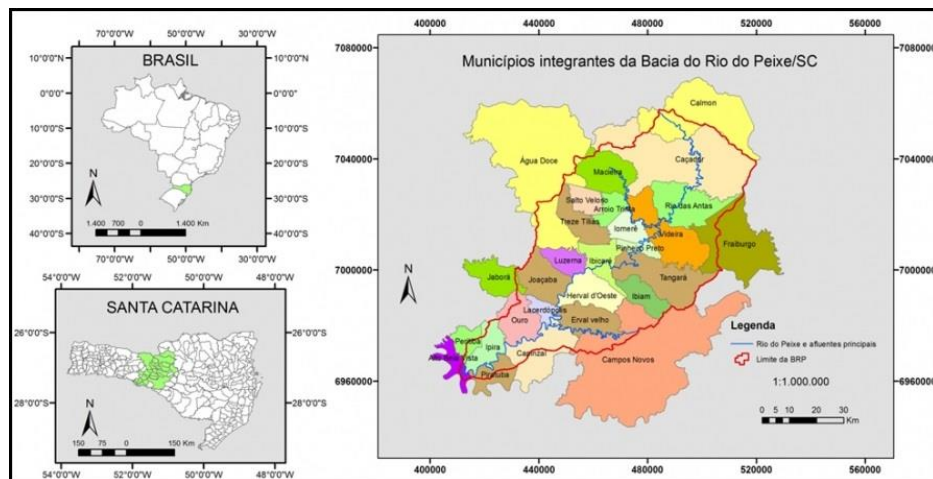


Figura 2 - Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe e seus municípios.

Fonte: Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina.

O crescimento populacional está relacionado às ofertas de emprego pelas indústrias, além de características como segurança, conforto e organização. Fundada em 13 de outubro de 1933 pelo Ministro da Agricultura da Áustria, Andreas Thaler, que encontrou na cidade terras apropriadas e estabeleceu naquele local a colônia austríaca. O ministro austríaco conheceu outras regiões na América do Sul, mas foi no Brasil que acabou fixando morada, aonde adquiriu da firma Kroeff, Selbach & Cia. a área que se encontra o município atualmente, e consequentemente deu início a uma nova colonização. O primeiro grupo com 84 pessoas vindos do Tirol (um dos estados federativos da Áustria) era composto por 61 homens, 11 mulheres e 12 crianças, os quais, até 1939 se juntaram a outras pessoas que chegavam à localidade e totalizaram 800 habitantes (PIAZZA, 1983).

A economia se baseia na indústria, visto que no município situa-se a empresa Laticínios Tirol, a Bateria Pioneiros, a poli-Nutri empresa de nutrição e alimentação de animais de produção, a Dos Alpes Alimentos que comercializa alimentos em conservas, geléias, molhos e a Cervejaria

Bierbaum com fabricação e produção própria de cerveja, presente há 10 anos no mercado, e distribuição em alguns estabelecimentos e supermercados no estado de Santa Catarina.

O turismo também atua sobre a economia local, aumentando gradativamente ao longo dos anos em resposta da constante divulgação, atraindo atenção para as pousadas arquitetonicamente estruturadas a partir da cultura austríaca, além de pratos típicos, danças, e da tradicional festa no mês de outubro, a Tirolerfest, a qual mostra os costumes, trajes típicos, fortalecendo o intercâmbio cultural.

A Áustria é um país situado nos Alpes Europeu considerado um dos mais ricos do mundo, cuja capital e maior cidade é Viena com população superior a 1,6 milhões de habitantes. Apresenta nove estados federais, dentre eles o Tirol localizado a oeste do país.

O clima local aponta quantidade significativa de chuvas durante o ano, com precipitação anual média de 1.826 mm, e caracteriza o mês de julho como o mais seco e o de outubro o mais chuvoso. De acordo com Köppen o clima é classificado como Cfb e temperatura média de 16,7°C (CLIMATE-DATA, s.d).

## **2. Climatologia de Santa Catarina**

Segundo Monteiro (2001) a precipitação pluviométrica ao longo do ano no estado de Santa Catarina possui boa distribuição, em resposta a sua posição geográfica, e as principais forçantes para que ocorra tal volume se dão através dos vórtices ciclônicos, da ZCAS, das frentes frias, dos cavados de níveis médios, da convecção tropical e ainda influenciado pela circulação marítima.

A distribuição do volume de precipitação ainda é persuadida pelo relevo, distinguindo as diversas áreas uma das outras, aquelas situadas próximas às encostas da montanha possuem os maiores totais de precipitação. Os índices de chuvas são superiores na Serra Geral se comparados à zona costeira (MONTEIRO, 2001).

A dinâmica dos sistemas atmosféricos pode ser compreendida em um dia, dentro do período de vinte e quatro horas onde as atuações dos sistemas estáveis e instáveis alteram radicalmente as condições meteorológicas do estado. Os sistemas instáveis comumente se desenvolvem a partir do encontro entre duas massas de ar com densidades diferenciadas ou ainda introduzidas nas massas de ar úmidas e quentes. Já os sistemas estáveis estão relacionados ao tempo bom, refletidos pelos anticiclones ou altas pressões atmosféricas (MONTEIRO & MENDONÇA, 2014).

Os totais pluviométricos nas regiões sul do Brasil, sul do Paraguai e Uruguai apresentam boa distribuição de chuvas, e são maiores nas áreas oeste do sul do Brasil na fronteira com o Paraguai. A região ainda é favorável para a formação de ciclones (REBOITA *et al*, 2010).



A região sul tem o maior contraste anual de temperatura entre os períodos de inverno e verão pela sua localização geográfica subtropical. As serras e os planaltos determinam amplitudes de temperatura e a região é a única no país com incidência de neve. O clima da região ainda é determinado pela posição da alta subtropical do Atlântico Sul e a intensidade com que incide sobre a mesma. Durante o verão essa alta subtropical encaminha-se para sudeste, enquanto no inverno o deslocamento acontece para noroeste (GRIMM, 2009).

O excesso de chuvas encontrado no sul do Brasil associa-se à intensificação do jato subtropical, acompanhado de uma situação de bloqueio sobre a América do Sul, a qual impede a passagem dos sistemas frontais e estaciona sobre a área (VAREJÃO-SILVA, 2006).

O litoral do estado de Santa Catarina e de toda a região sul procede da circulação de brisa. Durante o dia tem-se a brisa que faz a superfície da terra aquecer rapidamente, quando comparada ao oceano, com a circulação percorrendo o sentido oceano-continente. Durante o período noturno a posição é inversa acarretando na brisa terrestre. O transporte de umidade realizado pela brisa marítima durante o dia pode interferir na umidade de outros sistemas, como a chegada de uma frente, e posterior ocorrência de precipitações (REBOITA et al, 2010).

Segundo Grimm (2009) a região sul do Brasil, além das variabilidades sazonais e espaciais, ainda é influenciada pela variabilidade climática. Como exemplo disto tem-se as oscilações anuais de temperatura e precipitação em resposta aos fenômenos El Niño e La Niña, e aquelas de maior período como a Oscilação Decadal do Pacífico. As alterações climáticas também podem ser originadas a partir das ações antropogênicas, nesse caso os resultados são de difíceis mensurações.

## **2.1. Tipologia dos Desastres e Eventos Adversos**

Segundo Castro (1988) o desastre pode ser descrito como o resultado de um evento natural ou antrópico sobre um ambiente ou ecossistema, e consequentemente, procede em danos ambientais, humanos e materiais além dos prejuízos socioeconômicos. Um desastre é medido pela sua intensidade, relação entre a magnitude do evento e a vulnerabilidade do ambiente perturbado, e classificam-se de acordo com a origem, evolução e intensidade. Ao longo do levantamento dos episódios ocorridos em Treze Tílias encontraram-se eventos e desastres com nomes e tipologias diferentes, com variáveis atuantes como precipitação em excesso e/ou em déficit, granizo, vendaval e tempestade local. Cada um desses eventos potencializadores são descritos a seguir.

### **2.1.1. Inundações**

Considerada como o aumento do nível dos rios, acima da vazão normal, o qual resulta no transbordamento das suas águas para as áreas adjacentes. As planícies de inundação são

descritas como áreas que recebem as águas extravasadas. A enchente ocorre quando o transbordamento não é registrado, mesmo o rio permanecendo no seu limiar. Os termos enchente e inundação necessitam ser melhores explicados (KOBİYAMA et al, 2006).

As inundações estão classificadas pela sua intensidade e magnetismo, os quais provocam danos materiais, e dependendo da sua força, danos humanos, quando vastas atingem e prejudicam a agricultura, pecuária além de residências e habitações.

#### **2.1.1.1. Enchentes ou inundações graduais**

Neste caso as águas se elevam previsivelmente e de forma gradual, permanecem na condição de cheia por um período, e em seguida escoam lentamente. As inundações graduais são caracterizadas pela extensão e abrangência, e estão relacionadas aos longos períodos de precipitações se comparadas àquelas concentradas e intensas. Geralmente têm uma sazonalidade marcada e são cíclicas (CASTRO, 2003).

#### **2.1.1.2. Enxurradas ou inundações bruscas**

As inundações bruscas ocorrem a partir da intensa e concentrada precipitação em locais com relevo acidentado, normalmente em bacias ou sub-bacias de médio e pequeno porte. Produzem fortes elevações dos caudais, os quais escoam rapidamente. Nesse tipo de evento acontece um desequilíbrio entre o continente (leito do rio) e o conteúdo (volume caudal) resultando no transbordamento. A enxurrada surpreende pela violência e falta de previsibilidade causando prejuízos severos, além disso, os danos materiais e humanos neste caso são intensos quando comparados às inundações graduais (CASTRO, 2003).

### **2.2. Estiagem**

No período de estiagem ocorre uma diminuição do volume de chuvas para níveis relativamente baixos ao da média histórica. O evento deriva da redução, ausência ou atraso do período chuvoso previsto para uma temporada, e assim implica no prejuízo econômico da pecuária, agricultura e das reservas hídricas. As estiagens são menos intensas quando comparadas aos períodos de secas, mas influenciam no agronegócio por acontecer em áreas que predominam a produtividade e relevância econômica maior que as de seca. Assim é considerada estiagem quando o começo da estação e/ou momento de precipitação atrasa por um período maior que quinze dias (CASTRO, 2003).

### **2.3. Vendaval ou tempestade**

Os vendavais acontecem a partir de um forte deslocamento da massa de ar, transportada de uma região de alta pressão para uma de baixa pressão. Geralmente são acompanhados por períodos de intensas e concentradas chuvas, caracterizando o fenômeno de tempestade. Ainda registram-se os períodos de nevascas, quando os vendavais estão associados à queda de neve ou granizo. Esses eventos surgem em todos os continentes do globo, e acarretam em consequências e danos nas plantações; derrubam as fiações provocando o abastecimento de energia elétrica para a população; geram inundações e alagamentos; além dos estragos e destelhamento em habitações e edificações; entre outros (CASTRO, 2003).

### **2.4. Granizo**

O granizo é a precipitação em forma de gelo, de coloração transparente, que se desenvolve no interior nas nuvens cumulonimbus, que possuem diâmetro igual ou maior que 05 mm e formato de esfera. As gotas de chuvas no interior das nuvens cumulonimbus ao se encontrarem com as correntes verticais acabam congelando ao alcançarem as regiões mais altas. Os eventos distribuem-se em todos os continentes especialmente nas regiões de montanhas. No Brasil os granizos causam prejuízos para a agricultura, por exemplo, nas plantações de maçã e kiwi, e as regiões mais atingidas são a sul, sudeste e parte meridional da centro-oeste do país (CASTRO, 2003).

## **3. Metodologia**

Os dados e decretos de desastres e episódios como inundações, enxurrada, estiagem, granizo e vendaval ocorridos entre o período de 1980 e 2015 no Município de Treze Tílias foram coletados no Sistema Integrado de Informação sobre Desastres (S2iD) e organizados posteriormente em planilhas Excel para tratamento dos dados e formulação de um único quadro detalhando todos os casos.

Para as principais ocorrências de eventos realizaram-se reanálises utilizando o software Grids Analysis and Display System (GrADS) com dados de precipitação mensal total da plataforma disponibilizada no National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) com cobertura espacial de 0,5° latitude X 0,5° longitude. Ainda utilizaram-se os Boletins Climáticos disponíveis para consulta no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) para enfim analisar as condições sinóticas e climáticas dos episódios selecionados.

#### 4. Resultados e Discussão

O levantamento dos eventos resultantes de intensa ou baixa precipitação no município de Treze Tílias pode ser encontrado a seguir (Quadro I).

Quadro I: Desastres referentes ao município de Treze Tílias entre 1980 e 2015.

Fonte de dados: Sistema Integrado de Informação sobre Desastres (S2ID).

Ano do evento	Mês de ocorrência do evento	Tipo de eventos e desastres	Área afetada	Danos	Observações
1980	--	--	--	--	Sem registro
1981	--	--	--	--	Sem registro
1982	--	--	--	--	Sem registro
1983	Julho	Enchentes e temporais	Santa Catarina	Elevados prejuízos nos sistemas hidrográficos do estado. Aproximadamente 197 mil desabrigados em Santa Catarina.	Declarado estado de calamidade pública em todo o território catarinense.
1984	Agosto	Enxurrada	Treze Tílias e diversos Municípios em Santa Catarina	Fortes chuvas e inundações.	Situação de emergência.
1985	--	--	--	--	Sem registro
1986	--	--	--	--	Sem registro
1987	--	--	--	--	Sem registro
1988	--	--	--	--	Sem registro
1989	--	--	--	--	Sem registro
1990	Maio	Inundações	Treze Tílias e diversos Municípios em Santa Catarina	Níveis críticos nos Rio Uruguai e Rio do Peixe.	10 dias com intensas precipitações pluviométricas. Frente fria com forte atividade mantendo as condições de chuva.
1991	Fevereiro <sup>1</sup> Outubro <sup>234</sup>	Estiagem <sup>1</sup> Enxurrada <sup>2</sup> Granizo <sup>3</sup> Vendaval <sup>4</sup>	Treze Tílias e outros municípios da Região Oeste <sup>1</sup> Serra Alta e Treze Tílias <sup>24</sup> Interior de Treze Tílias <sup>3</sup>	Perdas e prejuízos na agricultura e pecuária <sup>13</sup> Total de 255 pessoas e 51 propriedades atingidas <sup>234</sup>	Situação de emergência <sup>1</sup> Situação de emergência <sup>234</sup>
1992	Maio	Inundação	Treze Tílias, Timbó, Três Barras, Xaxim entre outros.	Em Treze Tílias 321 habitações foram danificadas.	No município de Treze Tílias 04 instalações rurais foram atingidas.
1993	--	--	--	--	Sem registro
1994	--	--	--	--	Sem registro

1995	--	--	--	--	Sem registro
1996	--	--	--	--	Sem registro
1997	--	--	--	--	Sem registro
1998	--	--	--	--	Sem registro
1999	--	--	--	--	Sem registro
2000	--	--	--	--	Sem registro
2001	--	--	--	--	Sem registro
2002	Abril	Estiagem	Treze Tílias	Na área agrícola todas as propriedades foram afetadas. Na agropecuária o maior problema foi o abastecimento de água atingindo 80% das propriedades.	Estiagem iniciada em dezembro de 2001. Afetou apenas a área rural.
2003	--	--	--	--	Sem registro
2004	Março	Estiagem	Treze Tílias	Estiagem prolongada em janeiro e fevereiro. Total de 1575 pessoas afetadas. Perda de 6.200 toneladas de milho, cerca de 35% da produção.	Chuvvas rápidas e em pontos isolados. Prejuízos econômicos na pecuária (setor leiteiro) de R\$ 210.000,00.
2005	Fevereiro	Estiagem	Treze Tílias	Estiagem prolongada em dezembro de 2004, janeiro e fevereiro de 2005. Chuvas representaram apenas 20% do normal registrado. Danificação de estradas no interior da cidade, em torno de 150 km.	Total de 5.296 pessoas afetadas. Perdas e prejuízos na agricultura (grãos/cereais/leguminosas) e pecuária (leite).
2006	Janeiro	Estiagem	Treze Tílias	A estiagem provocou prejuízos no abastecimento de água. Danificação das estradas no interior da cidade, aproximadamente 150 km. Chuvas de maneira rápida e pontos isolados.	Total de 5.480 pessoas afetadas. Prejuízos na agricultura (grãos/cereais) de R\$ 3.685 mil, na pecuária (leite) de R\$ 800 mil.
2007	--	--	--	--	Sem registro
2008	--	--	--	--	Sem registro
2009	Maio	Estiagem	Treze Tílias	--	Situação de emergência

2010	--	--	--	--	Sem registro
2011	--	--	--	--	Sem registro
2012	Fevereiro	Estiagem	Treze Tílias	Total de 6.341 pessoas afetadas. Prejuízos na agricultura (grãos/cereais) de R\$3.265 mil e indústria de R\$ 20 mil.	Desastre de intensidade médio. Estiagem prolongada entre dezembro de 2011 e fevereiro de 2012.
2013	--	--	--	--	Sem registro
2014	--	--	--	--	Sem registro
2015	--	--	--	--	Sem registro

A partir da coleta dos eventos e AVADANS no Sistema de Informação sobre Desastre é possível perceber que alguns anos não possuem registros em respeito à situação do município, aqueles em que ocorrem os episódios a maioria - aproximadamente sete casos - são de estiagem sendo distribuídos entre os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, e pode ser explicada pela localização geográfica que controla a climatologia local. A estiagem provoca elevadas perdas econômicas para a agricultura e pecuária, como nos casos da produção leiteira, grãos, cereais e leguminosas. Segundo GRIMM (2009) na região oeste de Santa Catarina predomina o regime trimodal de precipitação, com os maiores totais no início da primavera, verão e outono sendo influenciados pelos complexos convectivos de mesoescala.

Em fevereiro de 2005 (figura 3), em um dos casos de estiagem selecionado é possível perceber que a precipitação no município permaneceu entre 30 e 60 mm. Na região Oeste em geral os volumes de chuvas foram abaixo de 60 mm, assim como em áreas do Rio grande do Sul e Paraná, com cidades assinalando totais inferiores que 30 mm. Esta característica ocorreu pelo posicionamento de um bloqueio atmosférico no sul do continente sul-americano. As chuvas registradas em áreas próximas ao litoral de Santa Catarina foram proporcionadas pela rápida passagem de um sistema frontal (BOLETIM CLIMANÁLISE FEVEREIRO, 2005).

Em janeiro de 2006 (figura 4) um novo episódio de estiagem esteve presente na região, o mesmo ocorria desde dezembro do ano anterior, com a precipitação na região não ultrapassando 120 mm. O maior volume encontrou-se nas áreas próximas ao litoral de Santa Catarina. No norte e leste do Paraná e a região do extremo oeste do Rio Grande do Sul a precipitação esteve abaixo da média. No mês de janeiro a primeira quinzena foi de maior seca e a segunda distinguida por eventos de chuvas, ventos fortes e registros de granizo em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul (BOLETIM CLIMANÁLISE JANEIRO, 2006).

Precipitacao (mm) em Treze Tílias para Fevereiro de 2005

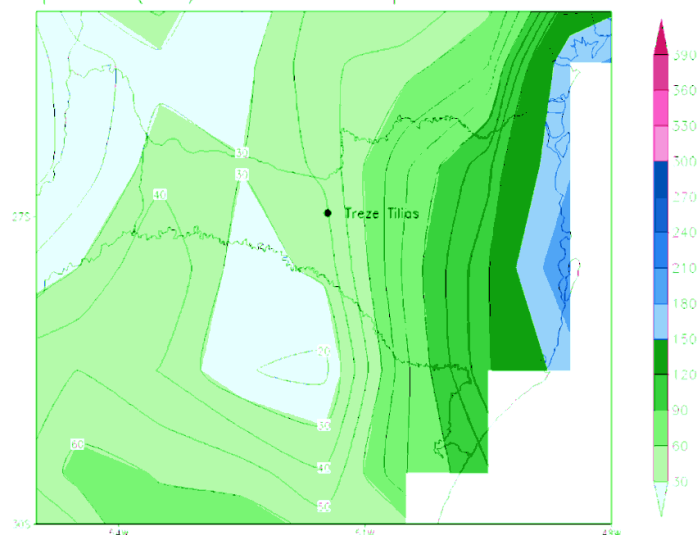


Figura 3 - Precipitação (mm) para Santa Catarina destacando o Município de Treze Tílias em fevereiro de 2005. Fonte dos dados: NOAA. Elaborado por Bárbara Dutra, 2016.

Precipitacao (mm) em Treze Tílias para Janeiro de 2006

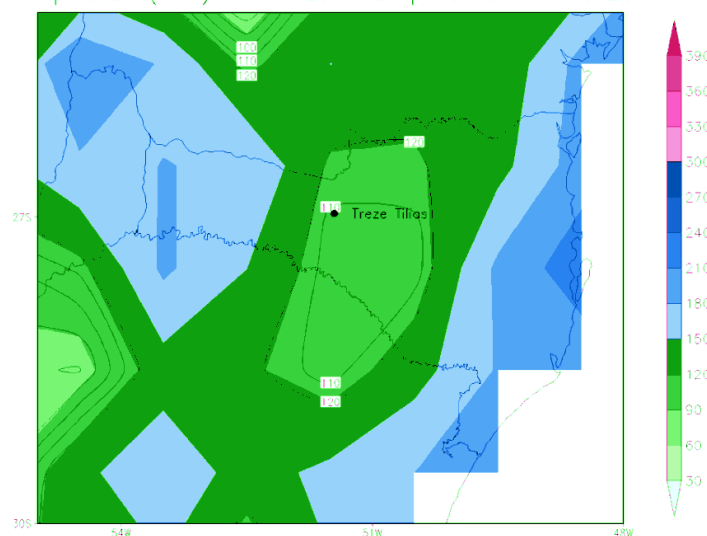


Figura 4 - Precipitação (mm) para Santa Catarina destacando o Município de Treze Tílias em janeiro de 2006. Fonte dos dados: NOAA. Elaborado por Bárbara Dutra, 2016.

No ano de 2006 o déficit de precipitação ainda foi percebido nos meses de abril e maio (figura 5) não apenas na região oeste de Santa Catarina, mas em grande parte do estado, e atingiu também locais no Paraná e Rio Grande do Sul, com volumes de chuvas não ultrapassando 150 mm. Em Treze Tílias e nas regiões oeste, meio oeste e extremo oeste, além do planalto de Santa Catarina as precipitações foram menores que 60 mm. As chuvas abaixo da média em abril podem ser explicadas pela passagem de sistemas frontais na região sul, os quais prejudicam a convecção e o total de precipitação.

Precipitacao (mm) em Treze Tilias para Abril de 2006 Precipitacao (mm) em Treze Tilias para Maio de 2006

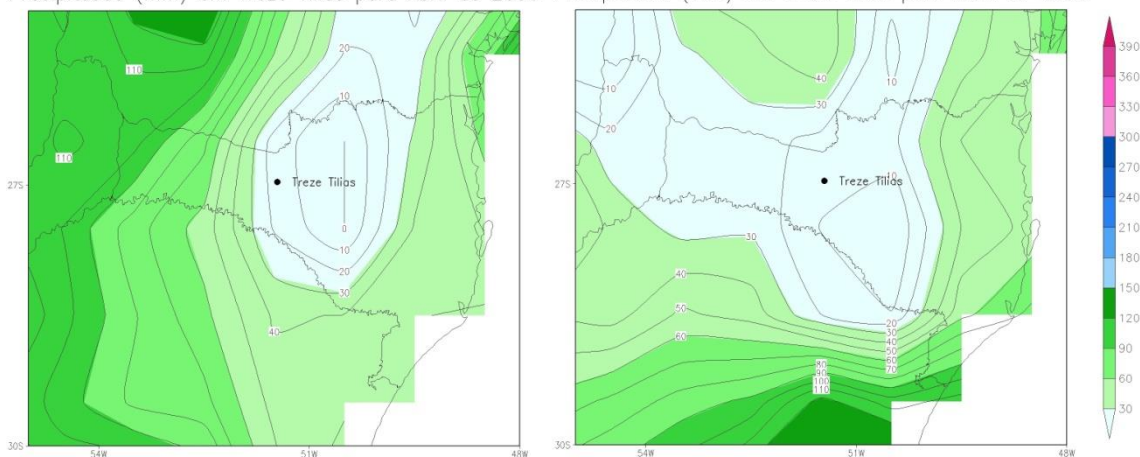


Figura 5 - Precipitação (mm) para Santa Catarina destacando o Município de Treze Tilias em abril e maio de 2006. Fonte dos dados: NOAA. Elaborado por Bárbara Dutra, 2016.

Em março de 2012 (figura 6), as precipitações inferiores a normal em grande parte do Brasil e elevados totais na região norte estiveram associados ao deslocamento anômalo para oeste a partir de uma configuração peculiar durante os meses de verão na América do Sul. Ainda encontrou-se baixa quantidade de chuva nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina se comparadas as suas médias históricas, com locais não ultrapassando 100 mm (BOLETIM CLIMANÁLISE MARÇO, 2012).

Precipitacao (mm) em Treze Tilias para Março de 2012

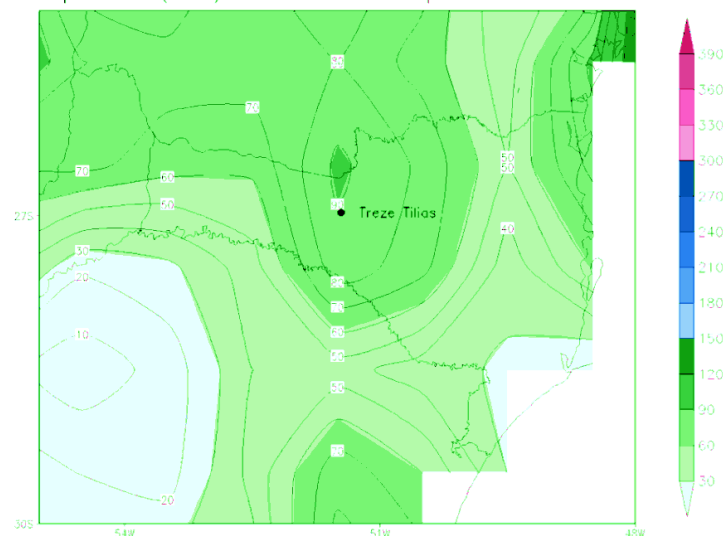


Figura 6 - Precipitação (mm) para Santa Catarina destacando o Município de Treze Tilias em março de 2006. Fonte dos dados: NOAA. Elaborado por Bárbara Dutra, 2016.

Já casos de eventos com precipitações intensas e concentradas como os ocorridos em julho de 1983 e agosto de 1984 foram notados em todo o estado. As enchentes e enxurradas trouxeram elevados prejuízos econômicos, além dos materiais e sociais. Em 1983 considerado como um dos piores eventos já notificados em Santa Catarina ainda deixou vítimas em cidades como Blumenau, Rio do Sul e Itajaí.



## 5. Conclusão

O estado de Santa Catarina é conhecido tanto nacionalmente quanto internacionalmente pela ocorrência expressiva do número de desastres. Anualmente diversos municípios sofrem com esses acontecimentos seja pelo excesso ou déficit hídrico, pelas geadas, tempestades e vendavais, inundações litorâneas causadas pela brusca invasão do mar (ressacas) ou até mesmo pelos tornados registrados em menor número, mas com consequências avassaladoras. Os danos sociais e econômicos a partir dos episódios catastróficos são numerosos, além de habitantes que permanecem desabrigados, desalojados, e ainda casos com óbitos.

Os desastres e extremos quando acontecem em áreas densamente ocupadas ou mesmo desmatadas resultam em impactos impresumíveis sobre as populações. Em Santa Catarina, especialmente no Vale do Itajaí, as situações alarmantes surgem a partir dos altos volumes de chuvas, os quais resultam em episódios de enxurradas, enchentes e posteriormente deslizamentos de terras e desmoronamentos, como nos casos de 2008 e 2011. Na região oeste o que preocupa são as estiagens, trazendo prejuízos sociais e econômicos, especialmente para aqueles que dependem da agricultura.

No Município de Treze Tílias a partir da coleta dos relatórios de desastres no período de 35 anos, apenas 11 anos estavam preenchidos, e utilizando esses casos nota-se que 07 deles foram de estiagem (aproximadamente 63%), os outros foram de enchentes, enxurradas, granizo e vendavais. De acordo com os AVADANS dos anos de 1991 e 1992, observou-se mais de um tipo de acontecimento durante o período anual, como estiagem, enxurrada, granizo e vendaval em 1991, e inundação e vendaval em 1992.

As causas e os efeitos desses episódios e desastres necessitam da atenção de todos. É necessário estabelecer cada vez mais ações que integrem a população e os órgãos oficiais, objetivando alertar e mitigar esses acontecimentos e, ainda, evitar que os habitantes das cidades sejam surpreendidos. E fica a seguinte dúvida: seriam os desastres apenas naturais?

## 6. Referências Bibliográficas

- Boletim climanálise. (2005). Boletim de monitoramento e análise climática: fevereiro. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0205/index.html>. [Acedido em 10 de maio de 2016].
- Boletim climanálise. (2006). Boletim de monitoramento e análise climática: janeiro. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index0106.shtml>. [Acedido em 10 de maio de 2016].
- Boletim climanálise. (2012). Boletim de monitoramento e análise climática: março. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index0312.shtml>. [Acedido em 10 de maio de 2016].
- Castro, A.L.C. (1988). Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres. Brasília: Ministério do planejamento e orçamento.
- Castro, A.L.C. (2003). Manual de Desastres: Desastres Naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional.
- Climate-data (s.d). Clima: Treze Tílias. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/313280/>. [Acedido em 15 de abril de 2016].

Grimm, A.M. (2009). Clima da Região Sul. In I.F.A. Cavalcanti et al, Tempo e Clima no Brasil (pp. 259 - 275). São Paulo: Oficina de Textos.

IBGE(2010).Treze Tílias. Disponível em:  
<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=421850&search=santa-catarina|treze-tilias>. [Acedido em 15 de abril de 2016].

Kobiyama, M. et al. (2006). Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. Curitiba:Organic Trading.

Monteiro, M.A. (2001). Caracterização Climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. Revista Geosul. [Online] 16, 69-78. Disponível em:  
[http://www.dca.iag.usp.br/www/material/ritaynoue/fisica%20da%20tera%20e%20do%20universo/2013/referencias/monteiro\\_climaSC.pdf](http://www.dca.iag.usp.br/www/material/ritaynoue/fisica%20da%20tera%20e%20do%20universo/2013/referencias/monteiro_climaSC.pdf). [Acedido em 01 de maio de 2016.]

Monteiro, M.A; Mendonça, M. (2014). Dinâmica atmosférica no estado de Santa Catarina. In M.L.P Herrmann, Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010 (pp. 5 - 11). Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos.

Piazza, W.F (1983). Novas expansões colonizadoras. In Lunardelli, Santa Catarina: sua história (pp. 626). UFSC.

Reboita, M.S.; Krusche,, N.; Ambrizzi, T.; Rocha, R.P. (2012). Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. n: Revista TerraeDidatica. [Online] 8(1),34-50. Disponível em:  
<<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v8-1/pdf81/s3.pdf>>. [Acedido em 25 de abril de 2016].

Varejão-Silva, M.A. (2006). Meteorologia e Climatologia. Recife.



# BARREIRAS BIOGEOGRÁFICAS E ANTROPOGÊNICAS À DISTRIBUIÇÃO DAS RESTINGAS SERGIPANAS, NORDESTE, BRASIL.

J. de J. Costa<sup>(a)</sup>, R. Melo e Souza<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Colégio de Aplicação, Universidade Federal de Sergipe  
jailton@ufs.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Sergipe  
rome@ufs.br

## Resumo

Para fins desse estudo, adotou-se o entendimento de Ab'Saber (2003) para o conceito de barreira biogeográfica, como sendo os limites naturais (principalmente as formas de relevo, solos, vegetação e condições climático-hidrológicas) e barreiras antropogênicas, o resultado de algumas ações antrópicas (construções humanas) que tendem a separar um ou mais sistemas ambientais, nesse caso, as restingas sergipanas, isolando e/ou dificultando as trocas e interações ou mesmo a evolução do próprio sistema ambiental. O objetivo desse estudo foi identificar e analisar as barreiras biogeográficas e antropogênicas presentes nas áreas de restingas, em Sergipe. Os procedimentos metodológicos aplicados nesse estudo acompanharam o método de abordagem, nesse caso, o modelo GTP – Geossistema/Território/Paisagem. São diversas as barreiras antropogênicas encontradas, mas merece destaque: a construção da rodovia Pirambu-Pacatuba que recorta diversos ambientes da planície costeira; a especulação imobiliária, a implantação de monoculturas, além de práticas de carcinicultura e dos empreendimentos hoteleiros.

**Palavras chave:** Barreiras antropogênicas, Barreiras biogeográficas, GTP, restingas, Sergipe sergipanas.

## 1. Introdução

Este artigo apresenta um recorte de um dos capítulos da tese de doutorado do primeiro autor que analisou as transformações ambientais das restingas da planície costeira sergipana.

A palavra restinga é extremamente controvertida, tanto na sua origem (se é portuguesa, espanhola ou até inglesa), quanto na sua acepção, principalmente, no Brasil, onde vem sendo utilizada sem qualquer critério, desde, pelo menos, 1936. Por outro lado, por se tratar da denominação de compartimentos resultantes de processos naturais, ainda não perfeitamente compreendidos, deve-se primar pela precisão de linguagem. No entanto, especialmente no Brasil, o termo vem sendo aplicado referindo-se, na verdade, a depósitos sedimentares de várias origens, embora quase sempre estejam relacionados a processos costeiros ou litorâneos. Além disso, procedimento semelhante vem sendo adotado, quando o termo refere-se a conceitos fitofisionômicos relacionados à botânica e à ecologia vegetal (SOUZA; et al., 2008).

A origem etimológica da palavra “Restinga” é duvidosa (BUENO, 1974). De acordo com Pinto (1899), “Restinga” é referida como um vocábulo de origem portuguesa. Entretanto, segundo

Schwartz (1982), a palavra “Restinga” é de origem espanhola, sendo seu uso registrado desde o século XV. Para J. Corominas (BUENO, 1974) e também Schwartz (1982), a palavra pode ser derivada do termo em inglês “*rocky string*” (*rocky*: rochoso; *string*: cordão, barbante, fio), o que poderia ser traduzido como “cordão, pontal rochoso; série de rochedos”. No espanhol, existe a variante “*Restringa*”, que se aproxima bastante desse termo (SOUZA; et al., 2008).

No Brasil, a referência mais antiga encontrada para a palavra “Restinga” é encontrada em um dicionário do século XIX – *Diccionario Geographico do Brazil* (PINTO, 1899), em que essa feição é definida como: “baixio de areia ou pedra que, a partir da costa, se prolonga para o mar, quer seja constantemente visível, quer só se manifeste na baixa-mar”.

O objetivo desse estudo foi identificar e analisar as barreiras biogeográficas e antropogênicas presentes nas áreas de restingas, em Sergipe. Entende-se aqui como restinga, a parte da planície costeira, com exceção da praia, dunas, tómbolos, entre outros sub-ambientes, coberta ou não por vegetação, e principalmente, ocupada ou não pelo homem, tendo como limite interno os tabuleiros costeiros - Grupo Barreiras (COSTA, 2013).

## 2. Metodologia

Para atingir o objetivo proposto e concluir o estudo, os procedimentos metodológicos aplicados acompanharam o método de abordagem, nesse caso, o modelo GTP – Geossistema/Território/Paisagem. Foram adotadas quatro etapas: documental, trabalho de campo, laboratório e síntese.

A etapa documental foi construída a partir da coleta de dados (bibliográficos, cartográficos e imagéticos) preliminares analógicos e digitais em fontes diversas disponibilizadas em órgãos da administração pública direta e indireta. O objetivo desta etapa foi construir a revisão teórico-metodológica do presente estudo, além de caracterizar, mesmo que sumariamente, suas abrangências.

A etapa trabalho de campo compreendeu 28 visitas à área de estudo, realizadas entre 2010 e 2013 para coleta de informações e o mapeamento das áreas. Utilizou-se o mapeamento da EMBRAPA, de autoria de Pereira; et al. (2010) com ortofocartas com resolução espacial de 60cm e o levantamento aerofotogramétrico desenvolvido pela Secretaria de Planejamento de Sergipe (2007). Nessa etapa, foram utilizadas as seguintes técnicas: observação empírica; registro fotográfico; esboços da paisagem; coleta de espécies vegetais; coleta de dados climáticos, referenciais de orientações e localização e registro em cadernetas de campo.

A etapa laboratório foi caracterizada pela geração de mapas, tais como o de uso do solo e unidades de paisagem (Figura 01), e foram utilizados alguns procedimentos de cartografia digital como: utilização da base cartográfica digital do estado; processamento digital das imagens com leitura e registro das mesmas, operação e contraste e geração de cor e composição colorida para melhorar a apresentação visual, entre outras.

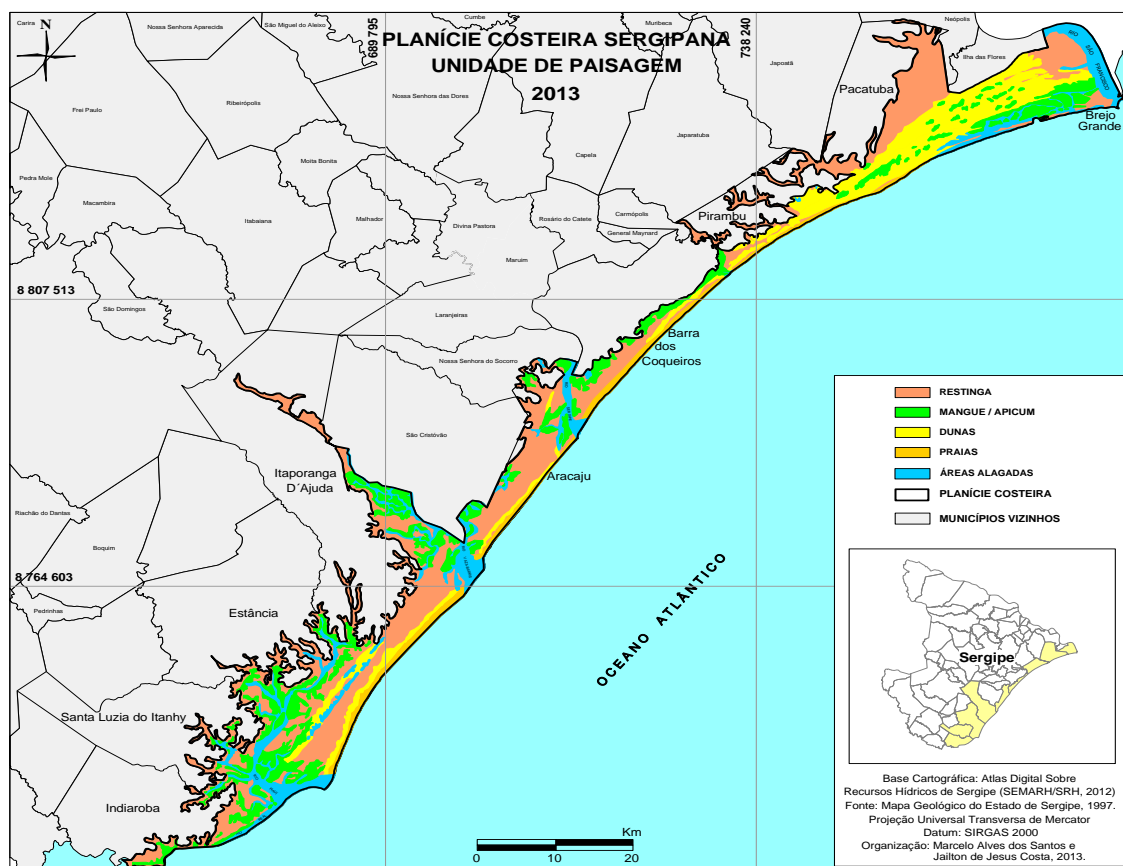


Figura 01 – Unidades de Paisagem da Planície Costeira Sergipana

A identificação e delimitação das unidades foram fundamentadas no conceito de Unidade de Paisagem concebido por Bertrand (1968) e na flexibilização da escala de Geossistemas proposta por Monteiro (2000). Na etapa síntese foram analisados e tabulados os resultados, além da escrita final do artigo.

### 3. Resultados e Discussões

#### Barreiras Ecológicas

Na área de estudo, os diferentes tipos de cobertura vegetal acompanhados de suas condições pedológicas e climático-hidrológicas variam desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, abertas ou fechadas, chegando a florestas cujo dossel varia em altura, geralmente não ultrapassando os 20m.

Com base nas informações acima levantadas e tendo como base a classificação utilizada por Rizzini (1963), Hertel (1959), Hueck (1955), Seeliger (1992), Araujo (1992), entre outros, pensou-se numa classificação para as restingas sergipanas, a qual também poderá ser tomada como parâmetro para outras realidades (Quadro 01).

Quadro 01 – Proposta de Classificação de Ambientes de Restinga em Sergipe.

Consenso Encontrado*	Proposta deste Estudo
Formação Herbácea	<b>Ambiente de Transição Duna-Restinga</b>
Formação Arbustiva	<b>Ambiente de Restinga arbustivo-arbórea</b>
Formação Arbórea	<b>Ambiente de Transição Restinga-Mata Atlântica</b>

Organização: Autor, 2013.

\* Rizzini (1963), Hertel (1959), Hueck (1955), Seeliger (1992), Araujo (1992), entre outros.

**Ambiente de Transição Duna-Restinga:** Faixa fora do alcance do mar, alimentada pelo trabalho eólico. A vegetação apresenta-se com algumas espécies herbáceas, com maior porcentagem de arbustos e algumas árvores. O solo é arenoso de origem marinha e seco, podendo acumular água da chuva em determinadas épocas do ano. Possui uma camada fina de serrapilheira, aumentada em volta das moitas formadas por arbustos e herbáceas. Visualizam-se os baixios litorâneos e lagoas como fáceis delimitador entre o ambiente de dunas e de restinga. Após o baixio litorâneo, a feição ainda é de ambiente dunar, mas a vegetação estabilizante é típica de restinga. Percebe-se o efeito antropogênico na paisagem com a introdução de espécies de restinga, a exemplo de *Cocos nucifera* provocando sombra em espécies típicas de luz e de dunas costeiras como a *Ipomoea pes-caprae*, classificando-se como uma espécie tolerante à sombra. Os principais fatores que limitam o estabelecimento de espécies vegetais nesta área de transição são a disponibilidade de umidade e o soterramento. A umidade interfere na germinação e sobrevivência das espécies e tanto o mar quanto o vento depositam e removem grandes quantidades de areia sobre elas, o que pode causar a erosão e consequentemente a morte de espécimes (Figura 02).



Figura 02 – Área de Transição Duna-Restinga em Pirambu/SE.  
Fonte: Jailton de Jesus Costa, 2010. Fonte: Jailton de Jesus Costa, 2012.

**Ambiente de Restinga arbustivo-arbórea:** Composta por substrato arenoso seco de origem

predominantemente marinha, com melhores condições de fertilidade e de água, esta área forma uma rede superficial de raízes que abriga uma camada fina de serrapilheira, epífitas e húmus com muitas folhas ainda não decompostas. O clima é mais ameno tanto pela cobertura vegetal quanto pela distância do mar. Algumas áreas sofrem inundações pelo afloramento de lençóis freáticos. Vegetação predominantemente arbustiva e arbórea, sendo que quanto mais se adentra ao interior do continente, raros são os arbustos e maior é o porte das árvores. Entre as espécies encontradas neste ambiente, tem-se *Anacardium occidentale* (caju), *Cocos nucifera* (coco-da-baía), *Psidium guajava* (goiaba), *Mangifera indica* (manga), *Cactus spp* e *Hancornia speciosa* Gomes (mangaba) – Figura 03.



Figura 03 - Registro de *Anacardium occidentale*, *Psidium guajava* e *Cactus spp* no município de Barra dos Coqueiros/SE.

Fonte: Jailton de Jesus Costa, 2013.

**Ambiente de Transição Restinga-Mata Atlântica:** Também localizada na planície costeira, esta área é composta por um solo arenoso, embora este já apresente uma composição com argila e matéria orgânica, em virtude da proximidade com o Grupo Barreiras (Tabuleiros Costeiros) com camada espessa de húmus e serrapilheira. Raros arbustos podem ser encontrados, sendo um ambiente composto por poucas árvores típicas de restinga a exemplo da *Hancornia speciosa* Gomes e da *Cocos nucifera* e, com maior abundância, as árvores típicas de mata atlântica como *Birsonimia spp.* (murici), *Lonchocarpus sericeus* (ingazeiro) e *Xylopia aromática* (pindaíba) – Figura 03.

A fauna ocorrente nas restingas brasileiras está relativamente menos estudada quando comparada com os conhecimentos que já se acumulam sobre a composição e estrutura dos seus diferentes tipos vegetacionais, a despeito do fato das áreas mais povoadas e também as maiores instituições de pesquisa do Brasil estejam localizadas na região costeira ou próxima a esta (CERQUEIRA, 1984).

As lacunas nos conhecimentos das comunidades faunísticas das restingas brasileiras também foram destacadas por Maciel (1984a), em levantamento histórico dos trabalhos tratando do assunto. Destacou o papel que os relatos de viagens feitos por naturalistas estrangeiros, em



passagem pelo Brasil, principalmente no século passado e início deste, teve no registro de várias espécies animais ocorrentes na zona costeira, mesmo que em alguns casos este tenha sido realizado de forma imprecisa. Relatos anteriores ao século XIX, além de mais escassos e pontuais, são de difícil obtenção e carecem ainda mais de detalhes que permitam uma visão mais completa das comunidades faunísticas das planícies litorâneas brasileiras.



Figura 03 - Registro de ambiente de transição Restinga-Mata Atlântica.  
Fonte: Autor, 2013.

Na área de estudo, durante os trabalhos de campos realizados, constatou-se a presença de diversos animais que compõem a fauna típica de restinga, a saber: pássaros (sabiás, corujas, gaviões, dentre outros não identificados) e aves migratórias (relato de moradores), anfíbios (sapos e pererecas), tartarugas-marinhas que utilizam a área para reprodução e desova, artrópodes (escorpiões, mosquitos, gafanhotos, borboletas, formigas, baratas e aranhas), diversos mamíferos (cachorros, macacos e gatos).

### **Barreiras Antropogênicas**

As restingas e os demais sistemas ambientais da planície costeira sergipana sofrem profundas modificações e obstáculos em virtude dos diferentes graus de intervenção humana que lhes são impostos, acarretando em mudanças, muitas vezes, irreversíveis.

Ao constituir-se de ambientes de formação geológica recente e de grande variabilidade natural, a Zona Costeira apresenta ecossistemas em geral fisicamente inconsolidados e ecologicamente imaturos e complexos. Essas circunstâncias lhe conferem características de vulnerabilidade e fragilidade que, aliadas a um consumo de recursos sempre crescente e aos impactos previstos de mudanças climáticas e do aumento do nível do mar, tendem a uma situação de desequilíbrio (CARVALHO, 1994).

Como resultado das atividades humanas, os ecossistemas costeiros e marinhos estão se deteriorando rapidamente em função do desenvolvimento urbano, industrial, agrícola e turístico sem precedentes.

No geossistema Planície Costeira encontraram-se diversas barreiras antropogênicas, tendo como causa principal a exploração irracional de recursos naturais. Urge a necessidade de um planejamento do uso e da ocupação do solo rural/urbano que leve em consideração a necessidade da população local, mas também que respeite a dinâmica natural do geossistema (potencialidades e fragilidades dos solos), e, principalmente, que direcione a atividade turística.

A partir dos trabalhos de campo, análise de imagens de satélite e de estudos já desenvolvidos, criou-se a tabela 01, onde são detalhadas as barreiras antropogênicas encontradas.

Tabela 01 – Barreiras antropogênicas encontradas na área de estudo.

<b>Barreiras Antropogênicas</b>	<b>Ara-caju</b>	<b>Barra dos Coqueiros</b>	<b>Pirambu</b>	<b>Paca-tuba</b>	<b>Brejo Grande</b>	<b>Itaporanga D'Ajuda</b>	<b>Estância</b>	<b>Santa Luzia do Itanh</b>	<b>Indiaroba</b>
<b>Construção de Empreendimentos Hoteleiros</b>	x	x				x	x		
<b>Pavimentação e Obras</b>	x	x		x	x	x	x	x	x
<b>Extração de areia (Mineração)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Herbivoria</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Recreação</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Saneamento Básico</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Carcinicultura</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Ocupação indevida das dunas.</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Especulação imobiliária.</b>	x	x	x			x			
<b>Aumento de resíduos sólidos nas áreas de restinga e o crescimento dos loteamentos e do padrão de construção.</b>	x	x	x			x	x	x	

Fonte: Trabalho de Campo, 2010-2013.

Organização: Autor, 2013.

Merecem destaque: os empreendimentos hoteleiros, especulação imobiliária e as práticas de carcinicultura.

### ***Empreendimentos hoteleiros***

As construções de empreendimentos hoteleiros para atender o Turismo provocam uma série de consequências negativas sobre o meio ambiente. Ruschmann (1999) destaca o desmatamento e descaracterização da paisagem pela construção cuja arquitetura, materiais e estilo contrastam com o meio natural; contaminação das fontes e dos mananciais de água doce perto dos alojamentos, provocada pelo lançamento de esgoto e lixo in natura nos rios; poluição sonora; e acúmulo de lixo, dentre outros.

Em Sergipe, é extraordinária a quantidade de licenciamentos e parcelamentos do solo na planície costeira. Ela está cada vez mais repartida e particularizada em virtude da construção de vários resorts e hotéis, com destaque para Barra dos Coqueiros e Itaporanga D'Ajuda, onde se presencia um verdadeiro canteiro de obras e de licenciamentos.

Nos municípios citados anteriormente, a construção de duas pontes, ambas ligando-os a Aracaju, capital do Estado de Sergipe, foi fundamental para fomentar este processo.

O discurso governamental contemporâneo versa em torno do desenvolvimento econômico a partir do turismo no litoral sergipano, onde a territorialização se concretiza com a implantação de infraestrutura (rodovia, orlas, pontes) de suporte para a atividade, como, por exemplo, a construção da rodovia SE-100, da Ponte Jornalista Joel Silveira, sobre o Rio Vaza-Barris, inaugurada em março de 2010, que liga Aracaju a Itaporanga D'Ajuda, além da ponte já construída sobre o Rio Piauí, Gilberto Amado, que liga Estância a Indiaroba (Porto do Cavalo à Terra Caída) visando interligar plenamente o litoral sul sergipano, encurtando o trajeto Sergipe/Bahia em 70km, tornando possível o acesso à Aracaju pela Linha Verde (SILVA; MELO E SOUZA, 2010).

Quando questionados, vários moradores destes municípios comentaram acerca dos principais problemas advindos com estas obras, dentre eles, merece destaque a elevação de preços praticados pelo comércio local, prostituição, consumo e tráfico de drogas e a degradação dos sistemas ambientais.

### ***Especulação imobiliária***

Na transformação de terra rural em terra urbana, a especulação desempenha um papel fundamental, papel este potencializado por um conjunto de outros fatores, como: a fiscalização ineficiente e a legislação permissiva. A especulação é responsável pelo encarecimento da moradia urbana, pelos vazios urbanos, pela subutilização da infraestrutura urbana e pelo encarecimento dos transportes (GONÇALVES, 2002).

A valorização dos ambientes da planície costeira sergipana tem acentuado a ocupação e aumentado a especulação imobiliária, o que acarreta inúmeros conflitos territoriais de alta

complexidade.

De acordo com Fonseca; Vilar e Santos (2009), a presença da especulação imobiliária, do crescimento da segunda residência e a construção, cada vez maior, de infraestrutura são bastante evidentes na área de estudo. Tal quadro é responsável por impactos socioambientais e pela tendência de aceleração da ocupação territorial.

Ainda de acordo com os mesmos autores, “a rodovia SE-100 serve de eixo balizador da ocupação de toda a zona litorânea sergipana que, em ritmo cada vez mais veloz, se insere neste processo que se apresenta animado por diversos vetores de desenvolvimento. Contudo, a magnitude do impacto causado ou a velocidade de sua disseminação permitem destacar alguns fatores como de maior importância na alimentação desse movimento expansivo: urbanização, especulação imobiliária, industrialização, exploração turística e sua infraestrutura e a própria intervenção estatal. Assim, o entendimento desses processos, com o rastreamento de sua lógica de instalação e o seu ritmo, permite a visualização do comportamento futuro na zona costeira sergipana”.

Esse processo é intenso nos municípios estudados, principalmente, quando se analisa a concentração de terras com objetivo para exploração futura. Registrou-se que a posse de amplos terrenos pertence às grandes empresas de construção civil.

Os processos de especulação imobiliária são visíveis em toda a área de estudo, especialmente em Aracaju (Distrito Industrial, Bairros Sol Nascente e Santa Lúcia e Zona de Expansão), Barra dos Coqueiros (Praia da Costa, Praia do Jatobá e em diversos pontos distribuídos em todo o município), Itaporanga D’Ajuda (após a ponte Joel Silveira ao longo da SE-100 e em áreas após a Praia da Caueira), Pirambu (em diversos pontos distribuídos nas áreas próximas ao centro e a Reserva Biológica), Pacatuba (áreas em Ponta dos Mangues) e Estância (áreas próximas às praias do Saco e Abais e do centro).

### ***Carcinicultura***

A aquicultura compreende modalidades de cultivo que recebem denominações específicas: piscicultura (cultivo de peixes), ostricultura (cultivo de ostras), carcinicultura (cultivo de camarões), cultivo de algas (microalgas), ranicultura (cultivo de rãs) e pectinicultura (cultivo de vieiras).

Entendida como produção de camarões em ambientes controlados, historicamente a carcinicultura marinha teve seu início no Mediterrâneo, no século 15 A.C. na Indonésia. A era moderna da atividade surgiu por volta de 1934, no Japão, com Fujinaga que conseguiu a desova em laboratório da espécie *Penaeus japonicus*, dando origem à produção de pós-larvas em grande escala (CAVALCANTI, 2003).

De acordo com Rocha (1998), os fatores que tem colocado o Brasil em destaque mundial no cultivo de camarão marinho são: a adoção, na década de 90, da espécie *Litopenaeus Vannamei*, originária do Oceano Pacífico, o completo domínio do ciclo reprodutivo da espécie; formação de banco de reprodutores, aperfeiçoamento e desenvolvimento de uma tecnologia de manejo operacional, disponibilidade de alimentos balanceados capazes de suportarem produtividades superiores a 5 ton/ha/ano; e a demanda pelo camarão cultivado, tanto a nível nacional como internacional.

Segundo dados oficiais do IBGE, até 2004 encontravam-se em fase de produção sessenta empreendimentos de carcinicultura em Sergipe, com área total em produção de 636,87 hectares, distribuídos em cinco bacias hidrográficas, exceto na bacia do rio Japarutuba, em virtude da existência da Reserva Biológica de Santa Isabel, conforme Resolução n. 4 de 18 de setembro de 1985.

O Estado de Sergipe possui estuários com condições edafoclimáticas e hidrobiológicas propícias ao desenvolvimento da carcinicultura que, se utilizados de forma sustentável, poderá ser destacado, no contexto regional, como produtor de camarão cultivado, além de gerar novos empregos na região costeira. Na bacia costeira do rio Fundo, que abrange parte dos municípios sergipanos de Itaporanga d'Ajuda e Estância (Figura 04), a carcinicultura encontra parâmetros ecológicos ideais para sua exploração, sendo este, o mais importante para a prática no Litoral Sul. No Litoral Norte, é o complexo estuarino-lagunar do São Francisco.



Figura 04 – Viveiros de carcinicultura na área de estudo.  
Foto: Jailton de Jesus Costa, 2013.

#### 4. Conclusões

A relação entre homem e natureza tem demonstrado níveis críticos quanto à contínua degradação ao meio natural por intermédio das ações antrópicas. Os problemas ambientais são frutos de longas décadas, e poucas são as medidas mitigadoras para transformar tal situação.

A ocupação humana atual ocasiona o rompimento do equilíbrio dinâmico reinante, com consequências e impactos sempre negativos ao ambiente costeiro. A lógica dos sistemas naturais antropizados é revelada pelas diferentes formas de intervenção das sociedades humanas na natureza, objetivando a apropriação dos recursos naturais e geração de riquezas, procedimentos que levam o homem como ser social a alterar as características naturais do ambiente e produzir cenários diferenciados na ordenação espacial do território.

Como exemplos dessa ordenação espacial, têm-se a especulação imobiliária, a ocupação o uso irracional dos recursos naturais da planície costeira dos municípios analisados, que diante da sua formação (período Holoceno) e da fragilidade de seus ambientes, há um comprometimento significativo do equilíbrio ecológico da região, ameaçando a qualidade de vida de comunidades costeiras e a existência de vários sistemas ambientais como, por exemplo, as dunas costeiras e o manguezal, além das espécies típicas de restinga analisadas.

Considerando a importância e necessidade de um estudo deste tipo, a conservação integral dos ambientes da planície costeira aliada às medidas mitigadoras em caso de impactos ambientais decorridos das ações humanas, urgem como procedimentos cruciais para a manutenção da integridade desses ecossistemas e permanência do equilíbrio biofísico natural, onde já existe um considerável nível de degradação dos seus sistemas.

Conclui-se que no tocante às barreiras antropogênicas, falta rigor na aplicação da legislação ambiental vigente, o que tem gerado fortes pressões para o rompimento das barreiras biogeográficas presentes na área e apresentadas nesse estudo. Portanto, a distribuição das restingas tem sido reflexo das intervenções humanas, que tem transformado o ambiente natural numa paisagem de mosaicos, ou seja, numa paisagem antropizada e fragmentada.

## 5. Referências Bibliográficas

- Ab' Sáber, A. N. (2003). *Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003, p. 9-36.
- Araújo, D. S. D. (1992). *Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation*. New York. Academic Press. 1992, p. 337-347.
- Bertrand, G. (1968/1971). *Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*. *Reveu géographique des pyrenées et du sud-oest*. Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272.
- Carvalho, V. C. de. (1994). A zona costeira brasileira: subsídios para uma avaliação ambiental. In: Vitor Celso de Carvalho, Hidely Grassi Rizzo. *Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal*. Brasília, MMA.
- Cavalcanti, L. B. (2003). *Variações, condições hidrológicas e da clorofila associadas ao cultivo de camarão marinho Litopenaeus vannamei na região estuarina do rio Paraíba do Norte. (PB/BR)*. Tese de Doutorado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 148p.
- Cerqueira, R. (1984). Comunidades animais. In: Lacerda, L. D., et al. (orgs.). *Restingas: Origem, Estrutura e Processos*. Niterói, CEUFF. p. 275. 1984.

- Costa, J. de J. (2013). Transformações ambientais da planície costeira sergipana. Núcleo de Pós-graduação em Geografia. Tese de Doutorado. Sergipe: Universidade Federal de Sergipe.
- Fonseca, V.; Vilar, J. W.; Santos, M. A. N. (2009). Reestruturação Territorial no Litoral de Sergipe, Brasil. In: *12º Encuentro de Geógrafos de America Latina*, Montevideo. Encuentro de Geógrafos de America Latina - Caminando en una América Latina en transformación. Montevideo: Imprenta GEGA, p. 79-87.
- Gonçalves, J. C. (2002). *A Especulação Imobiliária na Formação de Loteamentos Urbanos: um estudo de caso*. Dissertação de Mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas: Instituto de Economia.
- Hertel, R. J. G. (1959). *Esboço fitoecológico do litoral centro do Estado do Paraná*. Forma et Functio, n. 1, vol. 6, p. 47-58.
- Hueck, K. (1955). *Plantas e formações organogênicas das dunas do litoral paulista*. São Paulo, Secr. Agr. Inst. Bot. 130p.
- Maciel, N. C. (1984). Fauna das restingas do estado do Rio de Janeiro: levantamento histórico. In: Lacerda, L. D., et al. (orgs.). *Restingas: origem, estrutura e processos*. Niterói, CEUFF. p. 277-284.
- Monteiro, C. A. F. (1978). Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas urbanas e agrárias do problema da elaboração de modelos de avaliação. In: *SIMPÓSIO SOBRE A COMUNIDADE VEGETAL COMO UNIDADE BIOLÓGICA*, T. E. E., São Paulo. Anais... São Paulo.
- Monteiro, C. A. F. (2000). *Geossistema: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto.
- Pinto, A. M. (1899). *Diccionario Geographico do Brazil*. Rio de Janeiro/RJ, p. 350.
- Rizzini, C. T. (1963). *Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florística-sociologia) do Brasil*. Revista Brasileira de Geografia. 1:3-53.
- Ruschmann, D. (1999). *Marketing turístico: um enfoque promocional*. 4. ed. São Paulo: Papirus.
- Seeliger, U. (1992). Coastal foredunes of southern Brazil: physiography, habitats and vegetation. In: U. Seeliger (org.). *Coastal plant communities of Latin America*. New York. Academic Press. 367-381.
- Silva, M. S. S. F.; Melo e Souza, R. (2010). Áreas de Proteção Ambiental em Sergipe: perspectivas e desafios face aos conflitos territoriais decorrentes do uso dos recursos naturais. In: *ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFOS - ENG*, 2010, Porto Alegre, RS. Anais do XVI ENG 2010. Porto Alegre, RS: AGB Nacional.
- Souza, C. R. de G.; et al. (2008). *Restinga: conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental*. São Paulo: Instituto Geológico, 104p.

## DISTRIBUIÇÃO E APROVEITAMENTO DA *HANCORNIA SPECIOSA GOMES* EM SERGIPE, NORDESTE, BRASIL.

J. de J. Costa<sup>(a)</sup>, R. Melo e Souza<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Colégio de Aplicação, Universidade Federal de Sergipe  
jailton@ufs.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Sergipe  
rome@ufs.br

### Resumo

Por ser a mangabeira hoje, uma das mais importantes produtoras de matéria-prima para a indústria de sucos e sorvetes do Nordeste e Centro-Oeste, por ser o Estado de Sergipe o maior produtor no Brasil, pelo aumento do valor agregado à mangaba nos últimos anos (polpas, sorvetes, entre outros), e pela intensificação da prática do seu extrativismo em diversas áreas do Estado de Sergipe, entre outros, faz-se necessária à geração de conhecimentos que fundamentem o cultivo e a permanência da *Hancornia speciosa* em Sergipe. Para tanto, o objetivo desse estudo foi realizar uma análise da distribuição e aproveitamento da Mangaba (*Hancornia speciosa Gomes*) em Sergipe. Os procedimentos metodológicos aplicados nesse estudo acompanharam o método de abordagem, nesse caso, o modelo GTP – Geossistema/Território/Paisagem. Conclui-se que a distribuição fitogeográfica da mangaba comprova o confronto de dados entre as condições edafoclimáticas exigidas por esta espécie e as condições encontradas na área de estudo, sendo o foco no litoral sul.

**Palavras chave:** Distribuição fitogeográfica, GTP, *Hancornia speciosa Gomes*, Mangaba, Sergipe.

### 1. Introdução

A Fitogeografia, segundo os estudos de Humboldt, é o estudo da distribuição espacial de uma determinada espécie vegetal ou de uma fitofisionomia, ou seja, de uma determinada comunidade biótica, associada aos processos socioespaciais. A Fitogeografia abrange conhecimentos relacionados à Taxonomia, Climatologia, Ecologia, Morfologia e Fisiologia. Nesse estudo, o foco se deu para a Fitogeografia da mangaba (*Hancornia speciosa Gomes*) em Sergipe.

A mangabeira é reconhecida como árvore símbolo do Estado de Sergipe, conforme Decreto Lei nº 12.723 de 20 de Janeiro de 1992.

A escolha da mangaba para fins de análise, nesse estudo, faz-se pela produção do Estado de Sergipe ser a maior do Brasil, pela ausência de estudos geográficos sobre a mangaba no Estado, por não haver nenhum outro produto que concorra ou aproxime a produção, pelo número de famílias extrativistas que dependem desse fruto, dentre outros vários aspectos.

Justifica-se o estudo, ainda, pelos valores elencados por Henrique *et al.*, (2011), dentre eles: valor ornamental e paisagístico, valor industrial, valor alimentício e o valor medicinal. Pelos



dados da produção de mangaba pelo IBGE (2011), pelos estudos de Lima (2010) que afirma que o Estado de Sergipe concentra a maior parte da produção brasileira de mangaba, sendo que 90% dos frutos comercializados nesse estado provêm das áreas nativas nas quais populações tradicionais praticam o extrativismo há séculos.

## 2. Metodologia

Para atingir o objetivo proposto e concluir o estudo, os procedimentos metodológicos aplicados acompanharam o método de abordagem, nesse caso, o modelo GTP – Geossistema/Território/Paisagem. Foram adotadas quatro etapas: documental, trabalho de campo, laboratório e síntese.

A etapa documental foi construída a partir da coleta de dados (bibliográficos, cartográficos e imagéticos) preliminares analógicos e digitais em fontes diversas disponibilizadas em órgãos da administração pública direta e indireta. O objetivo desta etapa foi construir a revisão teórico-metodológica do presente estudo, além de caracterizar, mesmo que sumariamente, suas abrangências.

A etapa trabalho de campo compreendeu 28 visitas à área de estudo, realizadas entre 2010 e 2013 para coleta de informações e o mapeamento das áreas. Utilizou-se o mapeamento da EMBRAPA, de autoria de Pereira; et al. (2010) com ortofocartas com resolução espacial de 60cm e o levantamento aerofotogramétrico desenvolvido pela Secretaria de Planejamento de Sergipe (2007). Nessa etapa, foram utilizadas as seguintes técnicas: observação empírica; registro fotográfico; esboços da paisagem; coleta de espécies vegetais; coleta de dados climáticos, referenciais de orientações e localização e registro em cadernetas de campo.

A etapa laboratório foi caracterizada pela geração de mapas, tais como o mapa da distribuição da mangaba em Sergipe, e foram utilizados alguns procedimentos de cartografia digital como: utilização da base cartográfica digital do estado; processamento digital das imagens com leitura e registro das mesmas, operação e contraste e geração de cor e composição colorida para melhorar a apresentação visual, entre outras. Na etapa síntese foram analisados e tabulados os resultados, além da escrita do artigo.

## 3. Resultados e Discussões

A mangabeira, (*Hancornia speciosa* Gomes), frutífera da família das apocináceas, é planta arbórea de porte médio, que atinge de 5 a 10 metros de altura, **copa de 4 a 5m de diâmetro, folhas verdes lanceoladas, flores alvas com cheiro suave** (Figura 1). Nativa do Brasil, é encontrada vegetando espontaneamente em várias regiões do país, desde os Tabuleiros Costeiros e Baixadas Litorâneas do Nordeste, onde é mais abundante, até as áreas sob Cerrado

da Região Centro-Oeste; verifica-se ainda sua ocorrência nas Regiões Norte e Sudeste (VIEIRA NETO *et al.*, 2002).

Ainda para os mesmos autores, a mangabeira é planta de clima tropical, vegetando bem em áreas que apresentam alta insolação, temperatura média em torno de 25°C e pluviosidade 750mm a até mais de

1.500mm anuais. É tolerante a períodos de *déficit* hídrico e, nas épocas de temperaturas mais elevadas e de menor umidade relativa do ar, apresenta melhor desenvolvimento vegetativo.



Figura 1 – Registro de *Hancornia speciosa* Gomes.  
Fonte: Jailton de Jesus Costa, 2013

As informações levantadas acima corroboram para justificar a produção de mangaba no Litoral Sul de Sergipe, pois esta porção do litoral possui, no período analisado (1991-2011), uma temperatura média de 25,8°C e uma precipitação média de 1092,1mm anuais. Já o Litoral Norte, possui uma temperatura média mais quente (26,6°C) e uma menor precipitação pluviométrica de 982,1mm.

Foram obtidas as exigências climáticas e edáficas da cultura da mangaba a partir de levantamentos bibliográficos (LEDERMAN *et al.*, 2000; VIEIRA NETO, 2001) e estão apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Exigências climáticas da cultura da mangaba.

Mangaba	Temp. Preferencial (°c)	Temp. Marginal (°c)	Precipitação Preferencial (mm/ano)	Precipitação Marginal (mm/ano)	Altitude (m)	Umidade Relativa Preferencial %
	24 - 26	>43 e <15	750 – 1.600	Sem informação	0 – 150	Sem informação

Fonte: FONSECA; BOLFE; JÚNIOR, 2004.  
Organização: Jailton de Jesus Costa, 2013.

Tabela 2 – Exigências edáficas da cultura da mangaba.

Mangaba	Textura	Drenagem	pH	Profundidade
	Arenosa a areno-argilosa	Bem drenado	5,5	Profundo

Fonte: FONSECA; BOLFE; JÚNIOR, 2004.

Organização: Jailton de Jesus Costa, 2013.

Na tentativa de estabelecer uma relação entre as variáveis climáticas analisadas e a produção de *Hancornia speciosa* Gomes na planície costeira sergipana, utilizou-se a figura 2 que representa a variabilidade da precipitação e plotou-se sobre os dados da produção desse fruto no período de 1990 – 2011. Tendo em vista que já fora analisado que todas as etapas da produção se dão no déficit hídrico, não se podem fazer inferências mais concretas entre a precipitação e a produção de mangaba, uma vez que a esta oscila mesmo com relação aos períodos de excedente hídrico. Sugere-se um estudo mais detalhado com esta temática.

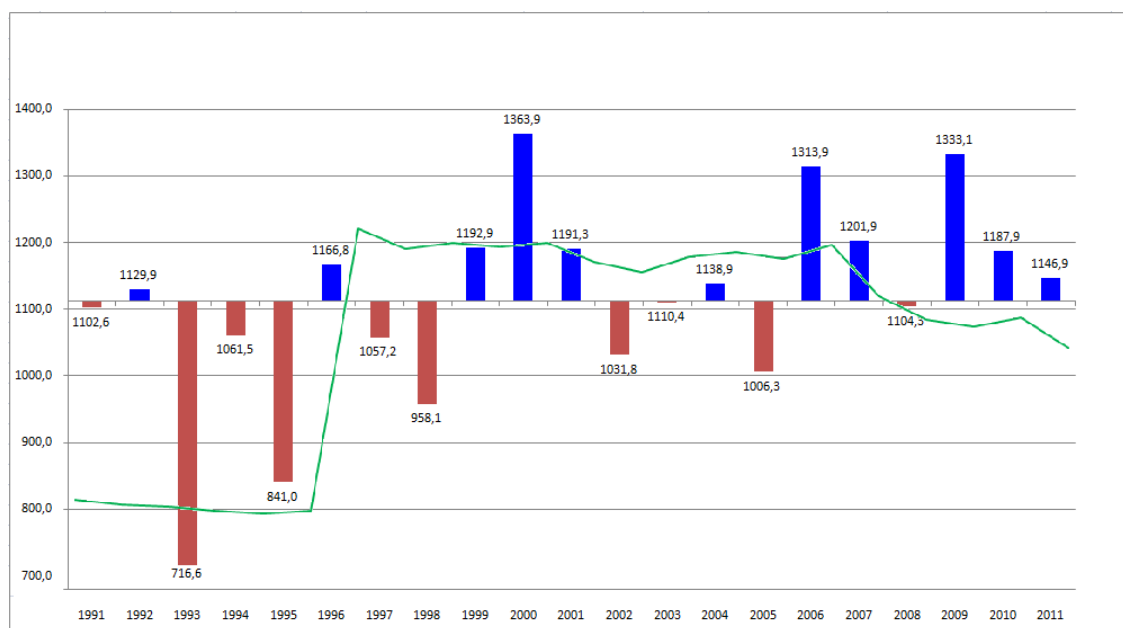


Figura 2 – Precipitação pluviométrica média anual e a produção de mangaba na planície costeira sergipana.

Organização: Jailton de Jesus Costa, 2013.

Fonte: IBGE, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, de 1990 – 2012 e INMET, 2012.

A partir das informações das exigências edafoclimáticas e das condições de solo e clima dos municípios localizados no centro-sul sergipano, Fonseca, Bolfe e Júnior (2004) construíram mapas temáticos com o zoneamento agrícola de quatro espécies cultivadas, dentre elas, a mangaba. Dos municípios analisados neste estudo, estão incluídos no estudo dos autores acima mencionados: Indiaroba, Santa Luzia do Itanhhy, Estância, Itaporanga d'Ajuda e Aracaju (Figura 3).

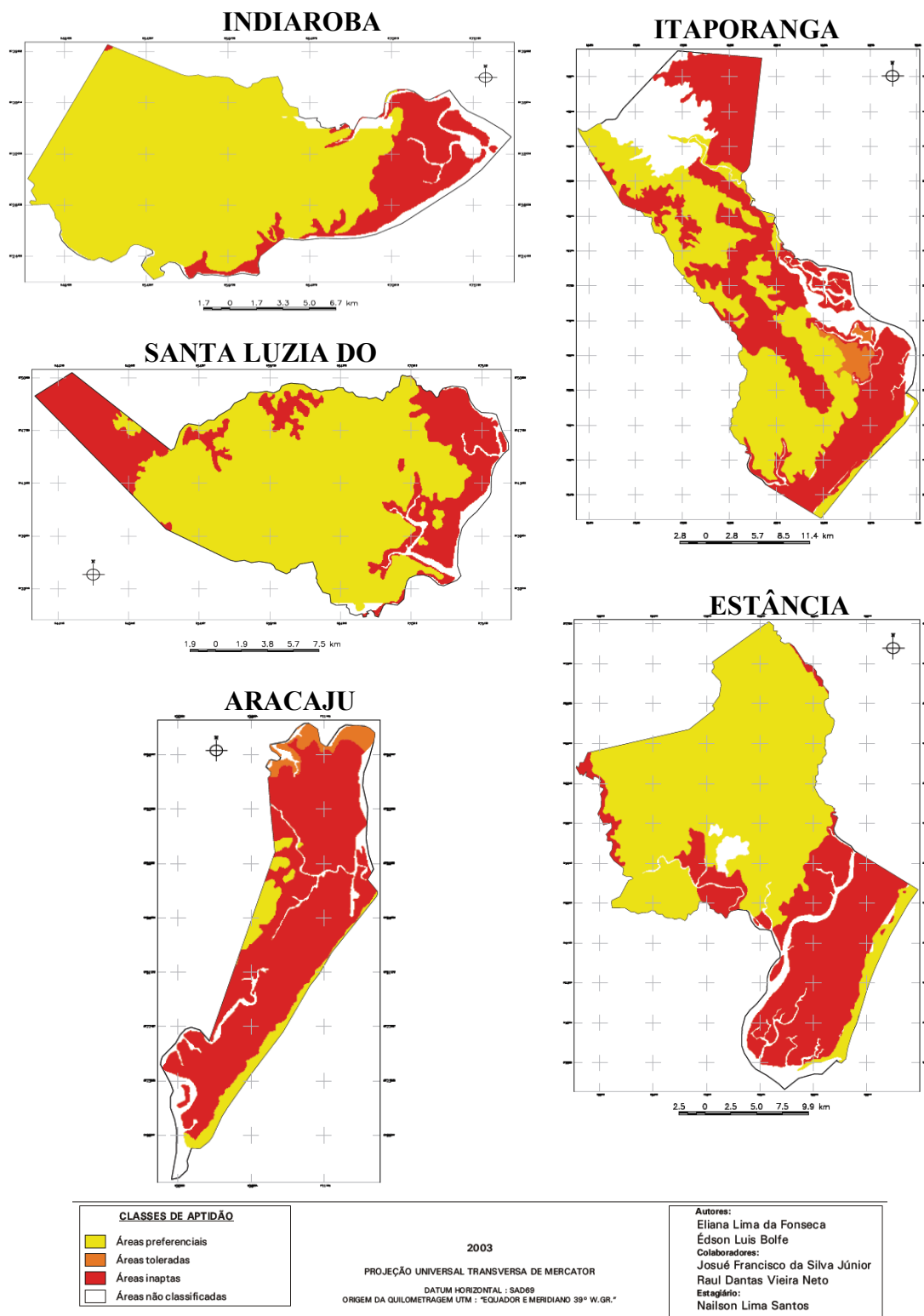


Figura 3 – Zoneamento a partir da aptidão agrícola da mangaba.  
Fonte: FONSECA; BOLFE; JÚNIOR, 2004.

Para os autores, como as culturas possuem exigências hídricas distintas para os seus diferentes estádios fenológicos, os mapas do zoneamento devem ser refeitos, à medida que as pesquisas na área de fisiologia vegetal disponibilizarem as exigências edafoclimáticas das culturas para

períodos inferiores a um ano. Este fracionamento hídrico das culturas permitirá a geração de subsídios para a tomada de decisões e para o planejamento da agricultura em escala regional.

Para uma melhor visualização do zoneamento das áreas, o levantamento de solos utilizado como base para obtenção das características edáficas deve evitar o agrupamento de diferentes classes de solos em unidades de mapeamento, de forma a detalhar ao máximo as características físicas dos solos da região.

O maior detalhamento das características físico-químicas dos solos é fundamental para estudos desta natureza, já que são estas as características utilizadas para a verificação da aptidão ao cultivo das diferentes espécies.

Urge, como necessária, uma atualização deste estudo, pois, além disso, o mesmo não contemplou às áreas de proteção ambiental permanente, nas quais não seria viável a produção da mangaba, dentre outros aspectos.

A floração e a frutificação da mangabeira são irregulares, variando conforme a época do ano, de um ano para outro, entre mangabeiras de locais diferentes e até mesmo entre árvores de um mesmo local. Mesmo com essa variação, a coleta dos frutos normalmente tem uma época certa. No norte de Minas Gerais, por exemplo, os frutos são coletados de outubro a janeiro. Já em Sergipe, existe a safra de verão, que vai de dezembro a abril, e a safra de inverno, que vai de maio a julho. Na Bahia, a coleta é feita de novembro a abril (LIMA, 2010).

Além disso, segundo Lima (2010), de modo geral, as flores da mangabeira aparecem principalmente de agosto a novembro, mas há muitas flores temporãs, ou seja, que florescem antes do tempo. Por esse motivo, há frutos nas árvores praticamente o ano todo, dependendo da região. Porém, a maior parte da produção de frutos ocorre entre outubro e abril. A variação na produção de frutos por planta é enorme, sendo que há mangabeiras que podem produzir mais de 800 frutos em um ano.

Quanto às características de solo adequadas ao seu cultivo, verifica-se que os requisitos imprescindíveis para o seu bom desenvolvimento, estão relacionados aos atributos físicos, como: elevada profundidade, ausência de impedimento (horizontes coesos), boa drenagem suficiente para impedir qualquer possibilidade de encharcamento e, altas taxas de aeração. Desta forma, no caso de utilização de áreas de Tabuleiro para plantio dessa espécie, deve-se optar pelos solos, sem horizontes coesos. Com esses cuidados, será possível a exploração econômica da mangabeira nos tabuleiros costeiros para a qual contribuirá ainda outros fatores favoráveis do ecossistema como topografia, características climáticas e proximidade de grandes mercados consumidores (VIEIRA NETO *et al.*, 2002).

A planície costeira sergipana é marcada por solos ricos em nutrientes e sem presença de horizontes coesos, sendo assim, pode ser considerada como adequada para o cultivo da

mangaba. No Nordeste, a mangabeira faz parte da vegetação de Cerrado ou de Tabuleiro; é encontrada desde a faixa litorânea até o Agreste, vegetando em solos profundos, pobres e arenosos. A mangabeira pode ser propagada por semente ou por enxertia. O método mais usual é por meio de sementes, que possuem uma forma de disco e podem ser encontradas no interior do fruto em número variável.

Os macronutrientes encontrados em maior proporção na mangabeira são o nitrogênio e o potássio, sendo estes os mais exportados pelos frutos, por ocasião da colheita; entre os micronutrientes, o ferro, é o mais abundante (VIEIRA NETO *et al.*, 2002).

A partir desses trabalhos e de outros estudos, foi possível construir um mapa com a distribuição espacial da mangaba na planície costeira sergipana (Figura 4).

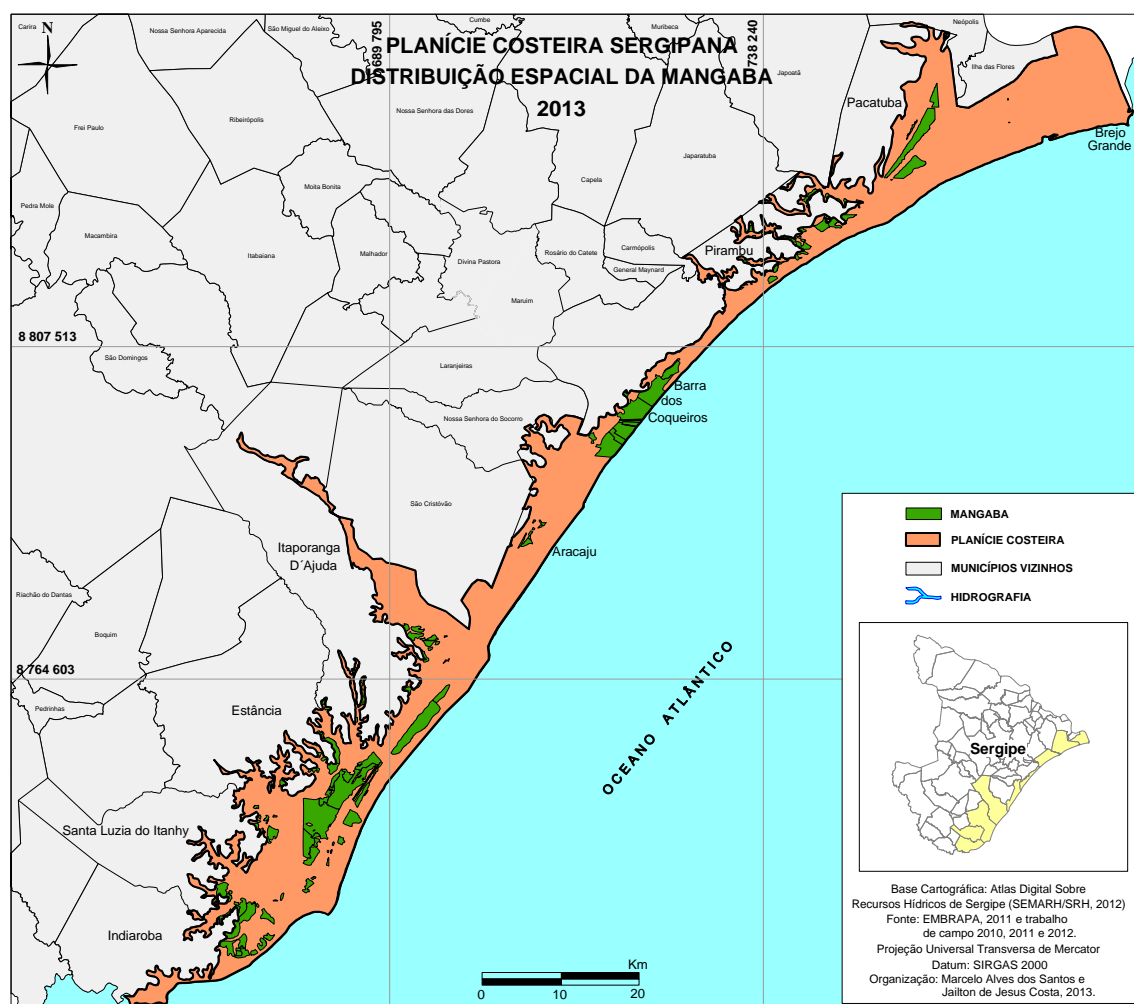


Figura 4 – Planície Costeira Sergipana: Distribuição Espacial da Mangaba, 2013

É notório o interesse pela cultura da mangaba no Brasil e, principalmente, em Sergipe, maior estado produtor, onde encontra nas restingas, habitat propício para sua reprodução. Infelizmente, a construção de empreendimentos turísticos, segundas residências, outras culturas, dentre outros, tem sido as principais causas da erradicação indiscriminada dessas plantas nativas

em Sergipe. Em outras palavras, a intensa ocupação humana no litoral de Sergipe, nos últimos 20 anos, tem refletido diretamente na diminuição das áreas de mangaba e, durante os três anos de trabalhos de campo, isso ficou evidente.

Embora a mangabeira seja uma planta produtora de látex, o seu fruto, é o principal produto explorado, sobretudo pelas indústrias de polpas, sucos e sorvetes. Algumas partes da planta têm aplicação na medicina popular, como a casca, com propriedades adstringentes, e o látex, que é empregado contra as pancadas, inflamações, diarreia, tuberculose, úlceras e herpes. O chá da folha é usado para cólica menstrual, além de inibir a produção de substâncias que causam a hipertensão, ele também é vasodilatador.

Na tabela 03, verifica-se que, em alguns povoados, há a ausência do número de famílias residentes e de famílias extrativistas, pois, durante os trabalhos de campo, tentou-se atualizar as informações contidas no Atlas do Extrativismo da Mangaba em Sergipe, algumas informações foram corroboradas, outras divergiram e ainda houve aquelas que foram novas. Os povoados Paruí (Itaporanga D'Ajuda) e os povoados Fazenda Nova, Junça, Piranhas e Tejuparis, não foram encontrados durante a pesquisa de campo.

A partir dos dados da tabela 3, estima-se que 2098 famílias, na planície costeira sergipana, são responsáveis pelo extrativismo da mangaba. Dado que serve para mostrar a importância social desse fruto para o Estado.

Apesar do grande número de habitantes envolvidos, merece destaque, também, a abrangência territorial da cultura da *Hancornia speciosa* Gomes em Sergipe (27.540 hectares destinados ao extrativismo).

É preciso destacar a heterogeneidade nas áreas de produção, pois há coleta em terras próprias, cedidas e alheias. Há, ainda, locais em que a produção é repartida com o dono da terra. Foram identificados locais em que há a plantação da mangaba através de mudas ou transplante de plântulas de mangabeira, como é o caso do povoado Caueira, em Itaporanga D'Ajuda.

Com a valorização do fruto, os conflitos estão, cada vez mais, frequentes, principalmente, quando as catadoras não detêm a posse da terra. Em Itaporanga D'Ajuda, o avanço do eucalipto e da carcinicultura, além da presença de catadoras de outros povoados são as principais ameaças em detrimento da manutenção da cultura. Em Aracaju, a expansão urbana foi responsável pelo arrasamento da fruta. Em Pirambu, a falta de organização social tem comprometido a produção. Em Barra dos Coqueiros, a principal ameaça vem em virtude da explosão de loteamentos e construção de resorts e hotéis. Já em Estância é a atividade de carcinicultura que cresce, cada vez mais, que tem ameaçado a produção da mangaba.

Em Santa Luzia do Itanhy e Pacatuba é notória a ausência da organização social das catadoras. Em Brejo Grande, a ausência da produção justifica-se pelas condições geomorfológicas e

pedológicas deste setor da planície costeira que não favorecem a cultura da *Hancornia speciosa* Gomes, por isso, não foram identificados focos de produção da mangaba e, em Indiaroba, os cercamentos para loteamentos e atividades de carcinicultura tem sido mais evidentes. Os dados expostos na Tabela 3, precisam ser utilizados com fins a implementação de políticas públicas que protejam as comunidades extrativistas que dependem exclusivamente deste fruto para sobreviver.

#### 4. Considerações Finais

Esse estudo corrobora com a ideia de preservação das mangabeiras, pois toda essa realidade vem, cada vez mais, enfraquecendo as catadoras de mangaba e as comunidades em que vivem, causando a destruição da sua cultura e o êxodo rural, levando jovens e famílias inteiras a tentar a vida em Aracaju, Capital do Estado de Sergipe. Por isso, a importância das catadoras, que: afirmando um novo modelo de desenvolvimento, procura o benefício do coletivo com uma preocupação no cuidado com o meio ambiente e com as futuras gerações.

A partir do confronto entre as condições edafoclimáticas exigidas por esta espécie (estudos da EMBRAPA já citados e comentados) e as condições encontradas na área de estudo, conclui-se que tais requisitos são encontrados de forma satisfatória nas restingas sergipanas, sendo estas o locus para o cultivo dessa espécie, principalmente no Litoral Sul de Sergipe.

A regularidade da precipitação é fator preponderante para a produção da mangaba, uma vez que percebe-se que esta aumenta nos anos mais secos, ou seja, quando a precipitação é menor. Aliado à precipitação, devem ser inseridas técnicas de manejo nas áreas produtoras. Faz-se necessária a criação de uma zona de proteção, ou de uma reserva extrativista para esta espécie, vislumbrando a manutenção dessa atividade em Sergipe, como também, o aumento da produção.

A análise da distribuição e do aproveitamento da *Hancornia speciosa* Gomes a partir da metodologia empregada mostrou-se eficiente e importante para que possamos visualizar as diversas situações do extrativismo da mangaba e para servir de estratégias para o Poder Público intervir em prol da manutenção dessa espécie e das milhares de famílias das catadoras que tem nessa espécie, a única fonte de renda.

Por fim, faz-se necessário um estudo mais detalhado, uma vez que algumas comunidades possam não ter sido identificadas no mapeamento, bem como atualização do próprio estudo que foi finalizado em 2013.



Tabela 3 – Síntese da distribuição espacial da mangaba por município produtor na planície costeira sergipana.

MUNICÍPIO	Comunidade (povoado/ Assentamento)	N. de Famílias	N. de Famílias extrativistas	AMEAÇAS	DEMANDAS
<b>Itaporanga D'Ajuda</b>	Assentamento Darcy Ribeiro	32	25	Eucalipto e presença de catadoras de outros povoados	Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas.
	Assentamento Dorcelina Folador	51	51	Eucalipto e Carcinicultura	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas.
	Povoado Caueira	26	10	Presença de catadoras de outros povoados	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto.
	Assentamento Luzia Mahin	11	1	Eucalipto	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; capacitação em agregação de valor ao produto.
	Sítio São João	14	14	Presença de catadoras de outros povoados	Melhoria dos canais de comercialização.
	Povoado Paruí	-	-	Carcinicultura	Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas.
<b>Aracaju</b>	Bairro Santa Maria	-	10	Expansão Urbana	Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas.
<b>Pirambu</b>	Povoado Aningas e Povoado Lagoa Redonda	240	20	Falta de Organização Social	Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Capacitação em agregação de valor ao produto; “Defeso da Mangaba”.
	Povoado Alagamar, Assentamento São Sebastião, Povoado Pau Seco e Povoado Santa Izabel	45	-	Falta de Organização Social	Assistência técnica; Melhoria dos canais de comercialização; Capacitação em organização social.
	Povoado Baixa Grande, Povoado Moita Redonda e Povoado Porteiros	75	55	Cana-de-açúcar; Eucalipto; Falta de organização social; Falta de alternativas de renda.	Capacitação em agregação de valor ao produto
	Povoado Aguilhadas	177	-		Melhoria dos canais de comercialização e Capacitação em agregação de valor ao produto;
<b>Barra dos Coqueiros</b>	Povoado Capoa	40	40	Proprietários cercam e proíbem a entrada de catadoras; Loteamento.	Acesso à plantas/Terra; Capacitação em agregação de valor ao produto;
	Povoado Jatobá	15	4	Proprietários cercam e proíbem a entrada de catadoras; Loteamento	Acesso à plantas/Terra e Capacitação em agregação de valor ao produto;
	Povoado Olhos D'Água	4	3	Loteamento	Acesso à plantas/Terra e Capacitação em agregação de valor ao produto;

<b>Estância</b>	Povoado Gravatá e Povoado Farnaval	100	30	Carcinicultura	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Melhoria dos canais de comercialização; capacitação em agregação de valor ao produto; Capacitação em organização social.
	Povoado Manoel Dias	300	100	Loteamento; Carcinicultura.	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Melhoria dos canais de comercialização; capacitação em agregação de valor ao produto; Capacitação em organização social; “Defeso da Mangaba”.
	Povoado Massadiço	60	45	Carcinicultura.	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Melhoria dos canais de comercialização; capacitação em agregação de valor ao produto; Capacitação em organização social.
	Povoado Reboleirinha	200	100	Carcinicultura.	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Melhoria dos canais de comercialização; capacitação em agregação de valor ao produto; Capacitação em organização social.
<b>Santa Luzia do Itanhy</b>	Povoado Rua da Palha e Povoado Pedra Furada	349	26	Falta de Organização Social	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Melhoria dos canais de comercialização; capacitação em agregação de valor ao produto.
<b>Pacatuba</b>	Povoado Timbó	90	90	Falta de Organização Social	capacitação em agregação de valor ao produto.
	Povoado Tabuleiro do Garcia	46	3	Falta de Organização Social	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Melhoria dos canais de comercialização; capacitação em agregação de valor ao produto; Capacitação em organização social.
	Povoado Maracujá, Povoado Alagoinhas, Povoado Fazenda Nova, Povoado Junça, Povoado Piranhas e Povoado Tejuparis.	123	0	Falta de Organização Social	Assistência técnica; Ampliação da área de cultivo/insumos agrícolas; Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Melhoria dos canais de comercialização; capacitação em agregação de valor ao produto; Capacitação em organização social.
<b>Brejo Grande</b>	-	-	-	-	-
<b>Indiaroba</b>	Povoado Pontal	100	70	Proprietários cercam e proíbem a entrada de catadoras; Loteamento e Carcinicultura.	Unidades de beneficiamento/processamento do fruto; Melhoria dos canais de comercialização; capacitação em agregação de valor ao produto.

Fonte: Trabalho de Campo (2010 – 2013) e Mapa do Extrativismo da Mangaba, 2010.  
Organização: Jailton de Jesus Costa, 2013.

## 5. Bibliografia

- Ab'sáber, A. N. (2006). *Brasil: Paisagens de Exceção: o litoral e o Pantanal Mato – grossense: patrimônios básicos*. Cotia – SP: Ateliê Editorial, 2006.
- Fonseca, E. L. da.; Bolfe, E. L.; Júnior, J. F. da S. (2004). *Zoneamento agrícola para espécies frutíferas tropicais do Centro-Sul do estado de Sergipe - abacaxi, banana, mamão e mangaba*. Aracaju/SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Henrique, J. et al. (2011) Restingas. In: HENRIQUE, J. et al.. *Litoral Brasileiro*. Disponível em: <http://litoralbr.vilabol.uol.com.br/restingas.htm>. Acesso em: 23 de Abril 2016, às 12h51min.
- Ibge – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). *Produção Agrícola. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura anual*. Brasília.
- Lederman, I. E. et al. (2000). *Mangaba (Hancornia speciosa Gomes)*. Jaboticabal/SP: Funep, 2000, 35p. (Série Frutas Nativas, 2).
- Lima, I. L. P. (2010). *Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável da Mangaba*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 68 p.
- Seplan – Secretaria do Planejamento de Sergipe. (2007). *Divisão do Estado de Sergipe em Territórios*. Aracaju/SE.
- Vieira Neto, R. D. (2001). *Recomendações técnicas para o cultivo da mangabeira*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circulares Técnicas, 20).
- Vieira Neto, R. D.; Cintra, F. L. D.; Silva, A. L. da; Silva Júnior, J. F., Costa, J. L. da S.; Silva, A. A. G. da; Cuenca, M. A. G. (2002). *Sistema de produção de mangaba para os tabuleiros costeiros e baixada litorânea*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 22p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 02). Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>
- Vieira, D. L. M. (et al). (2010). *Mapa do Extrativismo da Mangaba*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.

## A GEOBIODIVERSIDADE DO PANTANAL DE PACATUBA: VALORAÇÃO AMBIENTAL E DESAFIOS À CONSERVAÇÃO

M. E. S. Carvalho<sup>(a)</sup>, R. M. e Souza<sup>(b)</sup>, L. L. Oliveira<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia da Universidade Federal de Sergipe, pesquisadora do GEOPLAN/UFS  
marciacarvalho\_ufs@yahoo.com.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Sergipe; do Programa de Pós-Graduação da UFS e líder do GEOPLAN/UFS  
rome@ufs.br

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia/UFS  
lohanlima@yahoo.com.br

### Resumo

Este artigo tem como objetivo avaliar e valorar a Geobiodiversidade do Pantanal de Pacatuba em Sergipe, avaliando a sua potencialidade em termos de valor intrínseco, científico, de gestão e turístico, identificando os desafios para conservação em âmbito local. Para atingir o objetivo proposto utilizou-se uma metodologia de caráter descritivo e quantitativo, a partir da pesquisa bibliográfica/documental e utilização de dados primários e secundários, tendo sido aplicada a metodologia proposta por Pereira (2010) para valoração dos componentes da geodiversidade brasileira, com adaptações para a biodiversidade local. O recorte espacial em estudo apresentou elevado valor para os usos científico e de conservação, com limitações ao uso turístico. Desta forma, constata-se a necessidade de estabelecer estratégias voltadas para a geoconservação local, antes que a especulação imobiliária e estratégias turísticas desordenadas descaracterizem a região de alta Geobiodiversidade.

**Palavras chave:** Geobiodiversidade – Valoração – Conservação da Natureza

### 1. Introdução

A abordagem usual no tocante a conservação da natureza valorizou os elementos da biodiversidade em detrimento da geodiversidade (BRILHA, 2005). Dado a este fato, em países como Portugal, Espanha e mais recentemente Brasil, vários estudos estão sendo desenvolvidos no sentido de identificar e divulgar a importância dos elementos da geodiversidade como componente fundamental no processo de conservação da natureza.

O olhar específico para a geodiversidade, na maioria das vezes desconectado da biodiversidade, deve-se ao fato de que:

A abordagem tradicional da conservação da natureza contempla, essencialmente, aspectos relativos à biodiversidade. Sem dúvida que esta é uma vertente importante e crucial na conservação da natureza. Essa abordagem omite, no entanto, e na maioria das vezes, as questões relativas à geodiversidade, esquecendo que esta constitui o suporte essencial para a biodiversidade (BRILHA, 2005, p. 15)

Em concordância com Pereira (2010, p. 180),

É importante se considerar que os elementos da geodiversidade guardam registros da história evolutiva do planeta Terra, servindo não somente como uma fonte de recursos ou suporte para os elementos da biodiversidade e para as atividades antrópicas, mas também como uma memória geodinâmica do planeta, que permite a compreensão do passado e o estudo das potencialidades e perspectivas ambientais futuras.

O Brasil é um país rico em termos de Biodiversidade e considerando estudos mais recentes, o potencial da Geodiversidade alcançou o patamar de reconhecimento, principalmente no âmbito da Geologia. No entanto, a maioria das pesquisas foca em um potencial ou no outro, embora uma seja o suporte da existência da outra, em uma intrínseca relação. Desta forma, esforços devem ser dirigidos no sentido de valoração conjunta destes dois compartimentos da paisagem, buscando uma aproximação entre a geodiversidade e a biodiversidade, aqui sendo denominada de Geobiodiversidade, visando efetivar estratégias de conservação da natureza.

Abordar esta temática do ponto de vista geográfico significa eleger o território e a paisagem como categorias de análise, visto que a apropriação da natureza (do patrimônio geológico e da biodiversidade) ocorre no âmbito do território (no caso em estudo, o município), no qual predominam as relações de poder/apropriação. E na categoria paisagem estudar-se-ão as geoformas integrantes do patrimônio geológico, a biodiversidade local, enquanto componente da paisagem e como a sociedade interage com estes elementos da Geobiodiversidade. O seu inventariado, a análise da sua potencialidade e grau de interferências antrópicas são elementos importantes para a sociedade eleger estratégias de geobioconservação.

Neste contexto, este artigo tem como objetivo avaliar e valorar a Geobiodiversidade do Pantanal de Pacatuba em Sergipe, avaliando a sua potencialidade em termos de valor intrínseco, científico, de gestão e turístico, identificando os desafios para conservação em âmbito local.

## **2. Procedimentos Metodológicos**

Para atingir o objetivo proposto utilizou-se uma metodologia de caráter descritivo e quantitativo, a partir da pesquisa bibliográfica/documental e utilização de dados secundários. Para elaboração dos mapas foi utilizada base de dados da SRH (2014) e o ArcGis 10.1 como software.

Dando sequência, foi realizada uma adaptação da metodologia proposta por Pereira (2010) para valoração dos componentes da geodiversidade brasileira, visto que inúmeras propostas de valoração da geodiversidade têm como base a realidade européia. A esta proposta, foram inseridos elementos aos parâmetros pré-determinados pelo autor para que fosse possível

considerar e valorar também os elementos da biodiversidade e ao invés de focar nos geossítios foi tomado como base a unidade geológica e sua interação com a cobertura vegetal.

Vale destacar, conforme aponta Pereira (2010), que ao valorar os elementos da natureza adota-se uma abordagem antropocêntrica, funcional e subjetiva, pois parte-se da perspectiva humana do uso potencial dos bens naturais. No entanto, em termos de gestão ambiental/territorial há necessidade de se elencar e ponderar quantitativamente determinados componentes ambientais, visto que as pressões antrópicas não consideram a capacidade de suporte do ambiente. Desta forma, a proposta de quantificação dos elementos da natureza tem como objetivo atribuir valores aos seguintes fatores: intrínsecos (Vi) – associado ao potencial natural do ambiente; científicos (Vci) – associado com ao componente didático e importância para a ciência; turístico (Vtur) – avaliando a potencialidade e as limitações para uso local; e de uso/gestão (Vug)– que pondera sobre as interferências antrópicas, bem como ações instituídas no espaço em estudo que visam a conservação local.

Foram realizadas pesquisas de campo, visando a identificação dos elementos da Geobiodiversidade local, a partir do inventariado de seus elementos para em seguida ser quantificado e valorado os aspectos intrínseco, científico, turístico e de uso/gestão, cada um associado a parâmetros (Quadro 01).

Quadro 01 – Critérios de valoração da Geobiodiversidade

	<b>Parâmetros</b>	<b>Valoração</b>
<b>Valor Intrínseco</b>	Vulnerabilidade associada a processos naturais	Ausente – 0
	Abundância / Raridade	Baixo – 1
	Integridade	Moderado – 2
	Variedade de elementos da Geobiodiversidade	Alto – 3 Muito Alto – 4
<b>Valor Científico</b>	Objeto de referências bibliográficas (grau de conhecimento científico)	Ausente – 0
	Representatividade de processos geológicos e ecológicos	Baixo – 1
	Associação com outros elementos do patrimônio natural / cultural (história, arqueologia, biologia, ecologia)	Moderado – 2
	Relevância didática	Alto – 3 Muito Alto – 4
<b>Valor Turístico</b>	Aspecto estético	Ausente – 0
	Acessibilidade	Baixo – 1
	Presença de infraestrutura	Moderado – 2
	Existência de utilização em curso	Alto – 3
	Presença de mecanismos de controle de visitantes	Muito Alto – 4
<b>Valor de Uso/Gestão</b>	Relevância cultural	Ausente – 0 Baixo – 1 Moderado – 2 Alto – 3 Muito Alto – 4
	Relevância econômica	
	Nível oficial de proteção (Inserção em área protegida)	
	Passível de utilização	
	Vulnerabilidade	
	População do núcleo urbano mais próximo	
	Condições socioeconômicas dos núcleos urbanos próximos	

Fonte: Adaptado de Pereira (2010).  
Organização: Márcia Carvalho (2016).

Em seguida, foram calculadas as pontuações para o Valor de Uso Científico (VUC), o Valor de Uso Turístico (VUT) e o Valor de Conservação (VC), conforme classificação de Pereira (2010).

$$VUC = (2 \cdot V_i + 3 \cdot V_{ci}) / 5$$

$$VUT = (3 \cdot V_{tur} + 2 \cdot V_{ug}) / 5$$

$$VC = (3 \cdot V_i + V_{ci} + V_{ug}) / 5$$

A integração dos dados permitiu avaliar a Geobiodiversidade da região do Pantanal de Pacatuba/SE, indicando potencialidades e vulnerabilidades associadas a estratégias de conservação da natureza.

### 3. O Pantanal de Pacatuba: um olhar integrado para a Geobiodiversidade

O município de Pacatuba está localizado no extremo nordeste do Estado de Sergipe, com área total de 407,3 km<sup>2</sup>, limitando-se a oeste com o município de Japoatã, a sul Pirambu, a norte com Brejo Grande, Neópolis e Ilha das Flores e a leste o Oceano Atlântico (Figura 01). Distanto 116 km de Aracaju, o acesso é realizado pelas rodovias BR-235, BR-101, SE-304 e SE-202. O topônimo Pacatuba vem da língua tupi e significa "ajuntamento de pacas" através da junção dos termos *paka* ("paca") e *tyba* ("ajuntamento") (IBGE, 2010).

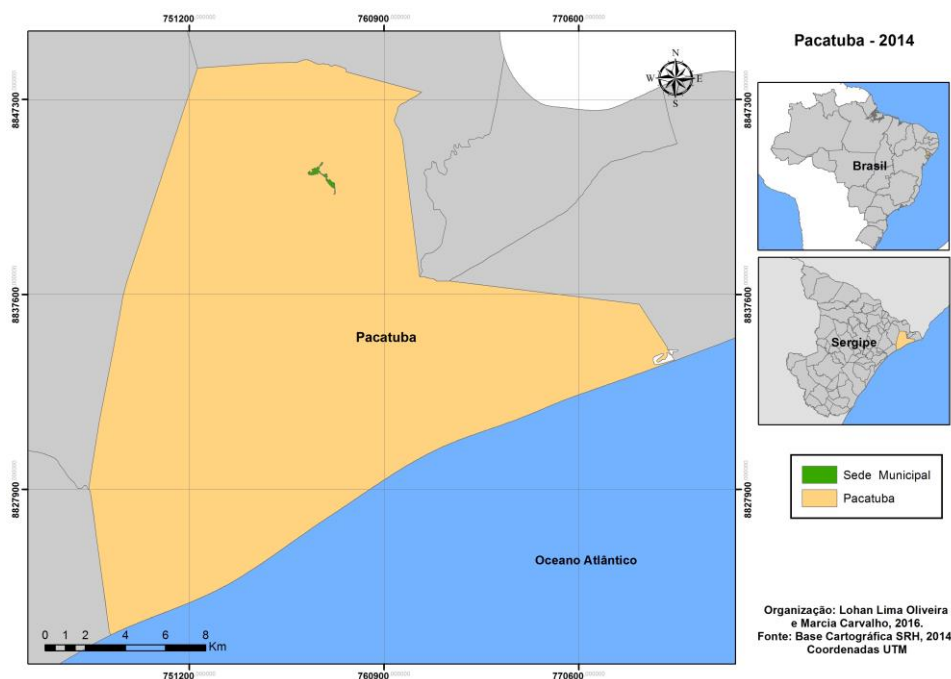


Figura 01 – Localização do município de Pacatuba / Sergipe / Brasil

Pacatuba apresenta uma baixa densidade demográfica, 28,20hab/km<sup>2</sup>, sendo tipicamente um município com características rurais. Dos 13.137 habitantes do município, 79,5% vivem na zona rural e apenas 2.688 na zona urbana. O índice de pobreza é elevado, 58,4% e o IDHM é baixo, 0,555 (IBGE, 2010).

O Pantanal de Pacatuba apresenta similaridades com o Pantanal mato-grossense. Ocupa uma vasta planície inundada, com cerca de 40 km de extensão. De acordo com a unidade geológica na qual se encontra, este pantanal foi formado há mais de 12 mil anos, retratando sua importância enquanto passado geológico da Terra.

No que se refere à geologia, a quase totalidade da área municipal é dominada por sedimentos cenozóicos das Formações Superficiais continentais (Figura 02). As porções sul, centro e leste caracterizam o Pantanal de Pacatuba propriamente dito e são ocupadas por depósitos aluvionares, coluvionares, flúvio-lagunares, depósitos de leques aluviais coalescentes, depósitos de pântanos e mangues, depósitos eólicos continentais, depósitos eólicos litorâneos e terraços marinhos. A oeste, dominam areias finas e grossas com níveis argilosos e conglomeráticos do Grupo Barreiras. No extremo noroeste ocorrem pequenas manchas da Bacia Sedimentar de Sergipe, representada por calcarenitos, calcirruditos, dolomitos, arenitos, siltitos, folhelhos e calcilitutos da Formação Riachuelo (Figura 03).

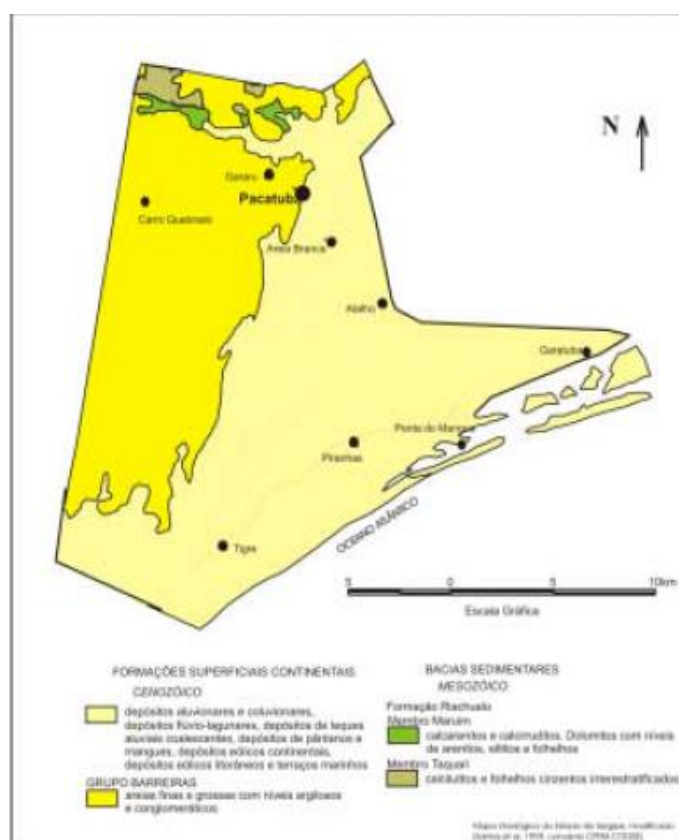


Figura 02 – Geologia simplificada do município de Pacatuba.  
Fonte: BOMFIM (2002).



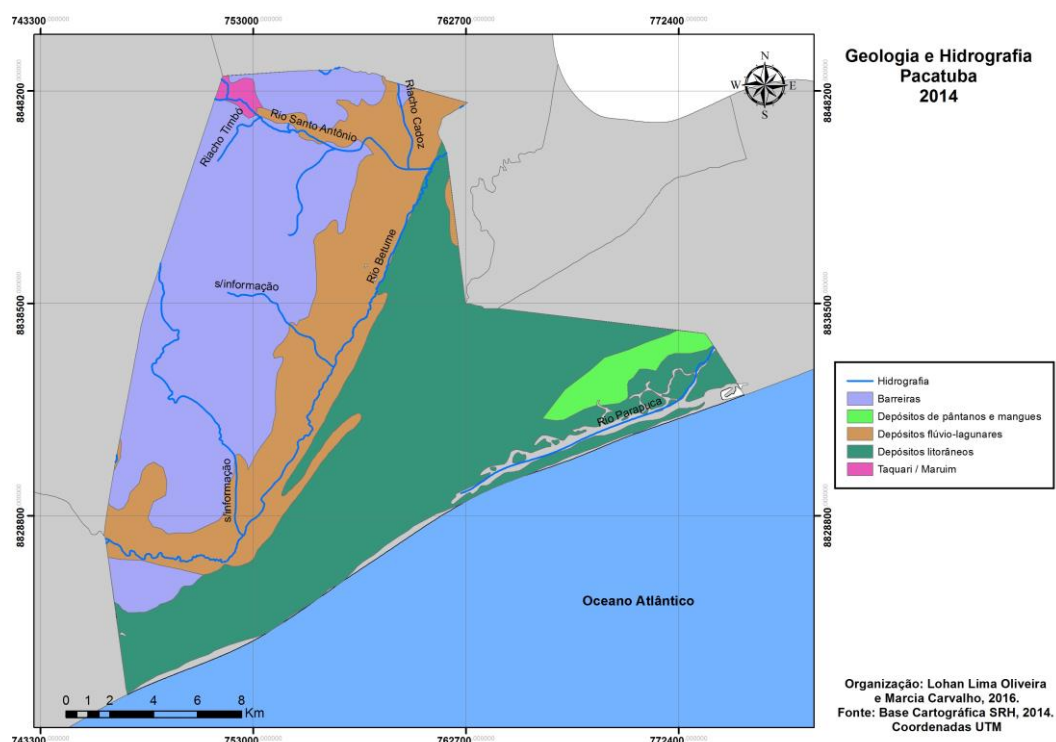


Figura 03 – Unidades geológicas e hidrografia do município de Pacatuba.  
Fonte: SRH (2014)

Sobre esta base geológica, associada a outros condicionantes geoambientais, o Pantanal de Pacatuba abriga grande biodiversidade de mamíferos, aves, peixes, répteis, artrópodes e espécies vegetais de ambiente terrestre e aquático, distribuídos nos seguintes geossistemas expressos em sua cobertura vegetal: Mata Atlântica (resquícios ainda preservados), Litorâneo (abrigo diversidade de subambientes como a restinga, as lagoas costeiras, os manguezais e os campos dunares) e Pântanos dulcícolas (áreas embrejadas) (Figura 04).

Em termos hidrogeológicos destacam-se as Formações Superficiais Cenozóicas que ocupa aproximadamente 95% do território municipal, apresentando um comportamento de “aquífero granular”, apresentando excelentes condições de armazenamento e fornecimento d’água.

Desta forma, o quadro 02 e a figura 05 apresentam uma síntese da Geobiodiversidade local, cuja geodiversidade apresenta-se em geofomas estreitamente associadas com a unidade geossistêmica, sendo visualizadas externamente na riqueza dos depósitos eólicos nos campos dunares, nas geofomas meandantes dos depósitos de mangue e nos ambientes lânticos das áreas lagunares (denominados por Alves (2010) de depressão com depósito de turfa). Além da diversidade geológica e biológica, o Pantanal de Pacatuba apresenta elevada riqueza hídrica, cuja drenagem principal é o rio Betume (também denominado de Poxim) integrante da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

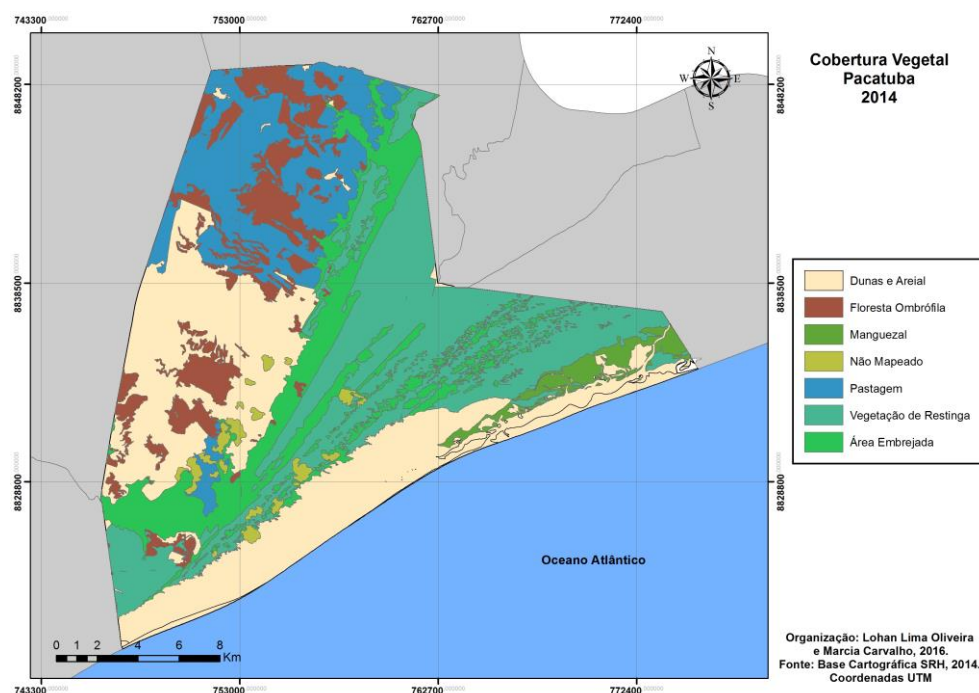


Figura 04 – Cobertura vegetal do município de Pacatuba.  
Fonte: SRH (2014).

Quadro 02 – Geobiodiversidade do Pantanal de Pacatuba/SE/BR

Unidades Geológicas / Litologia	Idade	Geossistemas
Depósitos flúvio-lagunares – areia e silte argilosos ricos em matéria orgânica – pântanos e áreas inundáveis.	Quaternário-Holoceno	Áreas embrejadas / pantanosas
Depósitos eólicos litorâneos atuais – areias bem selecionadas, com grãos arredondados – dunas costeiras ativas, inativas e semi-fixadas pela vegetação.		Restingas e campos dunares
Depósitos de pântanos e mangue atuais – argilo-siltosos ricos em matéria orgânica		Manguezal
Grupo Barreiras* – sedimentos areno-argilosos intercalados com níveis de conglomeráticos.	Terciário	Floresta ombrófila*

\* Não trabalhado neste primeiro momento desta pesquisa, dado ao número de fragmentos.

Sobre os depósitos litorâneos, Alves (2010) identificou que nos municípios costeiros do litoral de Sergipe, dentre os quais se situa Pacatuba, são encontrados conjuntos dunares de grande porte, onde ocorrem unidades que atingem cerca de 25 metros de altura e declividade acima de 24° à sotavento. Tais morfologias associam-se aos eventos paleoclimáticos do Quaternário que atuaram no litoral, estando submetidas à dinâmica dos processos eólicos atuais. Barbosa (1997, apud ALVES, 2010) identificou no campo de dunas costeiras ativas, que se estende por uma área de aproximadamente 25 km, desde Ponta dos Mangues (Pacatuba) até a Praia de Santa Isabel (Pirambu), as seguintes províncias morfológicas a partir do litoral para o interior: lençol

de areia, dunas isoladas (barcanas e zibar) e interdunas e dunas de precipitação. Esta última província corresponde às dunas de maior altitude, que estão na parte mais interna do conjunto. As dunas de precipitação têm orientação subparalela à linha de costa, apresentam feições em blow-outs, são migrantes e recobrem as dunas costeiras inativas. Por sua vez, as dunas inativas estão recobertas por rica vegetação de restinga, composta de diversas espécies frutíferas nativas e não frutíferas, podendo estar associadas a lagoas costeiras (Figura 06).

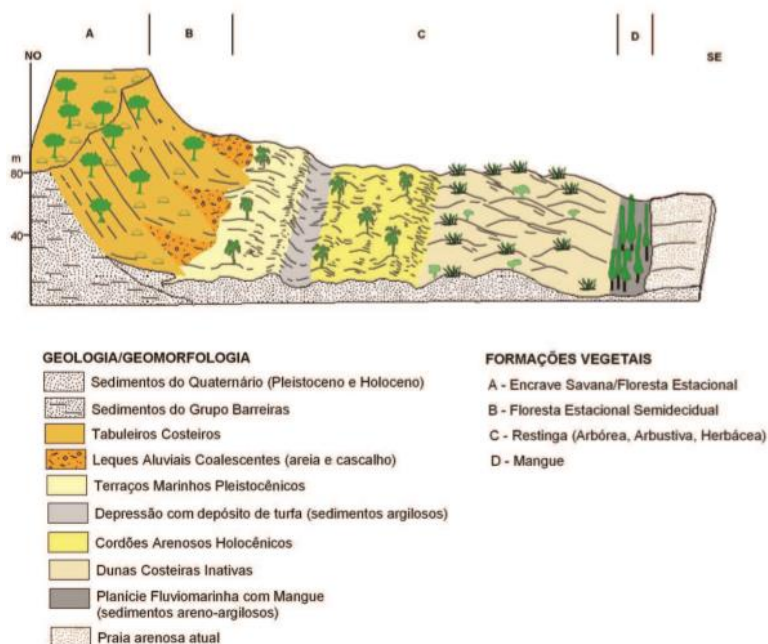


Figura 05 - Bloco diagrama com feições morfológicas, contatos e cobertura vegetal predominantes na paisagem do município de Pacatuba/Sergipe.  
Fonte: ALVES, 2010.



Figura 06 – Campos dunares, vegetação de restinga e lagoas costeiras do Pantanal de Pacatuba/SE/BR.  
Fonte: Carvalho (2016).

No que tange aos depósitos flúvio-lagunares, em campo foi possível precisar que a ocorrência das lagoas apresenta sua recarga hídrica condicionada pelas condições climatológicas locais e em especial pelos índices de precipitação (Figura 07). No entanto, a maioria apresenta caráter

perene com rica flora e fauna associadas. Parte da vegetação hidromórfica é utilizada pela comunidade local para o artesanato, onde são produzidos cestos, chapéus, bolsas, puffs, dentre outros.



Figura 07 – Áreas embrejadas do Pantanal de Pacatuba/SE/BR.  
Fonte: Carvalho (2016).

Nos depósitos de mangue, os canais de maré têm seu fluxo d'água regido, principalmente, pelo regime das mesomarés e um gradiente hialino crescente, sendo que a espécie *Rhizophora mangle* predomina, podendo atingir até 15 metros de altura, com potencial de biodiversidade elevado e fonte de sobrevivência de inúmeras famílias, que tem na pesca artesanal seu sustento. No entanto, devido às pressões antrópicas relacionadas com os empreendimentos de aquicultura, em especial a carcinicultura, o ecossistema manguezal tem sido amplamente suprimido. Adentrando a porções mais superiores deste depósito, identifica-se a vegetação de apicum, com a presença do mangue-de-botão (*Conocarpus erectus*).

#### 4. A Geobiodiversidade em destaque: a valoração como estratégia para a conservação

Utilizando a proposta de valoração de Pereira (2010) e os critérios pré-estabelecidos pelo autor para classificar os parâmetros definidos em ausente, baixo, moderado, alto e muito alto, foi realizado o inventário do recorte espacial em estudo e avaliadas as variáveis em nível local para posterior valoração. Em termos de Geobiodiversidade foram considerados 3 ambientes distintos que agregam particularidades geológicas e geossistêmicas: depósitos litorâneos/campos dunares, depósitos flúvio-lagunares/áreas pantanosas embrejadas e depósitos de mangue/manguezal (Figura 08).



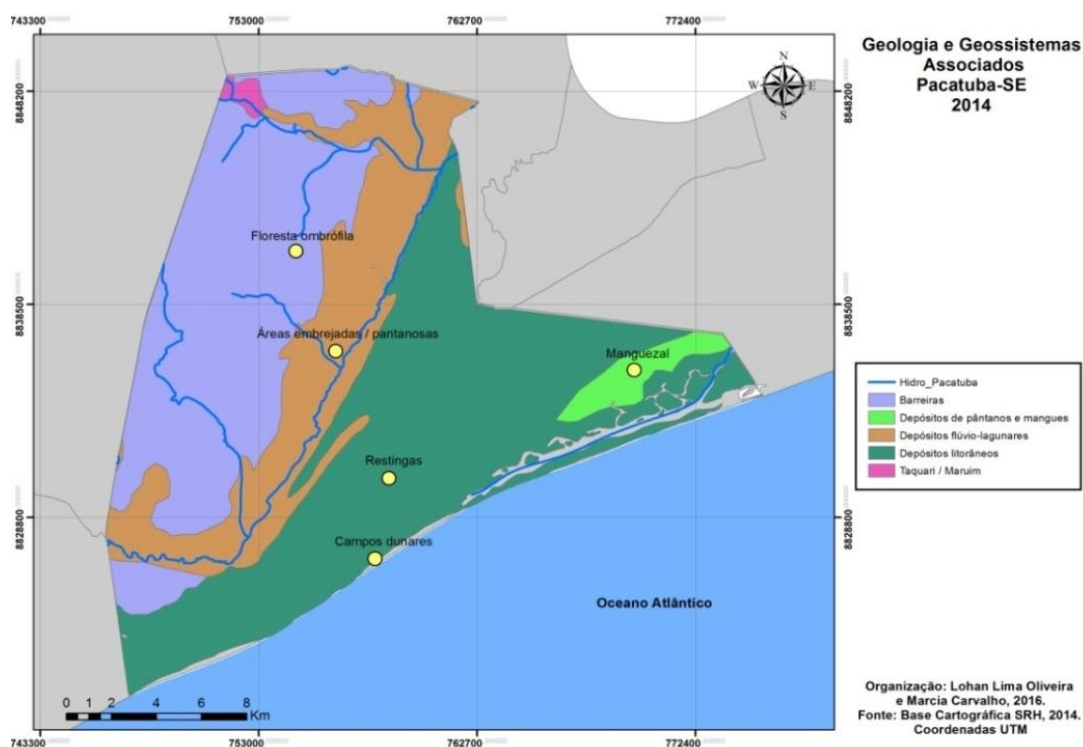


Figura 08 - Geobiodiversidade do Pantanal de Pacatuba/SE

Sobre o Valor Intrínseco, avaliou-se a raridade, a integridade, a vulnerabilidade associada aos processos naturais e a variedade de elementos da geodiversidade que o local apresenta. A abundância ou raridade de pesquisas sobre a região, as potencialidades locais, bem como a sua relevância didática são elementos considerados no Valor Científico (Vci). Na categoria de Valor Turístico (Vtur) foram agregadas as características vinculadas à acessibilidade, à presença de infraestrutura, controle do número de visitantes, pressões antrópicas, definindo a relevância e do potencial turístico local. Em termos de Valor de Uso/Gestão (Vug), foram agregados elementos de relevância cultural, condições socioeconômicas das áreas de entorno, nível oficial de proteção, sendo indicativos de impactos sociais e necessidade de valorização do local (Quadro 03).

Pelo exposto constata-se que os três ambientes selecionados para valoração da geobiodiversidade do Pantanal de Pacatuba apresentam valoração alta em termos de valor intrínseco (exceto os depósitos de mangue, valoração moderada), ou seja, são ambientes de elevada geodiversidade e raridade em termos locais e regionais, com também um alto valor científico, para fins didáticos e de pesquisa. Por outro lado, embora iniciativas particulares e da mídia apresentem o Pantanal de Pacatuba como grande atrativo turístico, pela metodologia utilizada este apresentou um baixo valor turístico, pela ausência principalmente de controle dos visitantes de infraestrutura mínima necessária para evitar a degradação local. Da mesma forma,

as estratégias de uso e gestão não suprem os requisitos mínimos de ordenamento e gestão ambiental.

Quadro 03 – Valoração da Geobiodiversidade

	Parâmetros	Valoração*		
		Depósitos litorâneos / Campos Dunares	Depósitos flúvio-lagunares / Áreas pantanosas	Depósitos de Mangue / Manguezais
<b>Valor Intrínseco</b>	Vulnerabilidade associada a processos naturais	4	4	2
	Abundância / Raridade	2	2	1
	Integridade	4	4	1
	Variedade de elementos da geobiodiversidade	4	4	4
	<b>Total**</b>	<b>3,5 - Alto</b>	<b>3,5 - Alto</b>	<b>2 - Moderado</b>
<b>Valor Científico</b>	Objeto de referências bibliográficas (grau de conhecimento científico)	4	4	4
	Representatividade de processos geológicos e ecológicos	2	2	2
	Associação com outros elementos do patrimônio natural / cultural (história, arqueologia, biologia, ecologia)	4	4	4
	Relevância didática	4	4	4
	<b>Total**</b>	<b>3,5 - Alto</b>	<b>3,5 - Alto</b>	<b>3,5 - Alto</b>
<b>Valor Turístico</b>	Aspecto estético	4	4	4
	Acessibilidade	2	2	2
	Presença de infra-estrutura	2	2	0
	Existência de utilização em curso	1	1	1
	Presença de mecanismos de controle de visitantes	0	0	0
	<b>Total**</b>	<b>1,8 - Baixo</b>	<b>1,8 - Baixo</b>	<b>1,4 - Baixo</b>
	Relevância cultural	1	1	1
	Relevância econômica	1	1	0
	Nível oficial de proteção (Inserção em área protegida)	0	0	0
<b>Valor de Uso/Gestão</b>	Passível de utilização	2	2	2
	Vulnerabilidade	2	2	2
	População do núcleo urbano mais próximo	2	2	2
	Condições socioeconômicas dos núcleos urbanos mais próximos	2	2	2
	<b>Total**</b>	<b>1,42 - Baixo</b>	<b>1,42 - Baixo</b>	<b>1,28 - Baixo</b>

\*Valoração: 0 – Ausente; 1 – Baixo; 2 – Moderado; 3 – Alto; 4 – Muito Alto

\*\*Calculado pela média aritmética simples

Fonte: Adaptado de Pereira (2010). Pesquisas de campo (2016).

Organização: Márcia Carvalho (2016)

Este dado foi ratificado ao ser calculado o Valor de Uso Científico (VUC), Valor de Conservação (VC) e Valor de Uso Turístico (VUT). Os dois primeiros apontaram um valor alto (3,5 e 3,08, respectivamente), enquanto que o Valor Turístico foi considerado baixo (1,64).

## 5. Considerações Finais

A aplicação da metodologia de valoração proposta por Pereira (2010) atendeu ao proposto desta pesquisa, tendo sido ampliados os critérios voltados para os componentes da biodiversidade local. Ao invés de considerar o geossítio como unidade de análise, tomou-se a unidade geológica associada à cobertura vegetal como base para valoração da Geobiodiversidade local.

Os estudos ainda estão em andamento visando caracterizar as paisagens biogeográficas locais, bem como o estabelecimento de geossítios. O recorte espacial em estudo apresentou elevado valor para os usos científico e de conservação, com limitações ao uso turístico. Desta forma, constata-se a necessidade de estabelecer estratégias voltadas para a geoconservação local, antes que a especulação imobiliária e estratégias turísticas desordenadas descaracterizem a região de alta Geobiodiversidade.

## 6. Bibliografia

- Alves, N.M. (2010). *Análise geoambiental e socioeconômica dos municípios costeiros do litoral norte do estado de Sergipe*. Tese de doutorado. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- Bomfim, L. F.C. (2002). *Projeto cadastro de infra-estrutura hídrica do Nordeste: estado de Sergipe: diagnóstico do município de Pacatuba*. Aracaju: CPRM/SRH/SEPLANTEC.
- Brilha, José. (2005). *Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage Editores, Viseu/PT.
- Carvalho, M. E. S.; Fontes, A.L. (2006). Estudo ambiental da zona costeira sergipana como subsídio ao ordenamento territorial. *Geonordeste*, Aracaju, ano XVII, n. 2, p. 10-39.
- IBGE. *IBGE Cidades 2010*. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 12/02/2016.
- Pereira, Ricardo Fraga. (2010). *Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)*. Tese de doutoramento. Braga: Escola de Ciências da Universidade do Minho.
- SRH. (2014). *Atlas de Recursos Hídricos de Sergipe*. Aracaju: Superintendência de Recursos Hídricos de Sergipe.

## **DISTRIBUCIÓN Y TENDENCIAS DE LAS PRINCIPALES AVES ACUÁTICAS NIDIFICANTES EN LAS ENCAÑIZADAS DEL MAR MENOR (MURCIA, SE ESPAÑA)**

G.A. Ballesteros-Pelegrín, F. Belmonte-Serrato, D. Ibarra-Marinás

Departamento de Geografía, Universidade Murcia  
gabp1@um.es  
franbel@um.es  
adaniel.ibarra@um.es

### **Resumo**

Las Encañizadas del Mar Menor (Región de Murcia) constituyen uno de los paisajes más singulares y sugerentes del litoral mediterráneo, formado por un sistema dinámico que se ve sometido de forma cíclica a la acción de las corrientes marinas y de los temporales, donde las aves acuáticas se reproducen en los microrrelieves más elevados de un entorno encharcado y fangoso que determina unas características del hábitat totalmente inaccesible durante el periodo de reproducción. Este trabajo evalúa la evolución en el número de parejas reproductoras de cuatro especies de aves acuáticas y asociadas a humedales y su distribución en el entorno de este paraje de la zona norte de La manga del Mar Menor. Los resultados indican que las cuatro presentan una tendencia al aumento desde 1999, que contrasta con la tendencia a la disminución a nivel mundial.

**Palavras chave:** Encañizadas, Mar Menor, Región de Murcia, aves acuáticas, parejas nidificantes

### **1. Introducción**

El peso histórico, económico y cultural que ha tenido la actividad pesquera por el método tradicional de las encañizadas durante siglos, ha formado uno de los paisajes más singulares y sugerentes del litoral mediterráneo murciano. Este territorio, con una superficie de unas 180 hectáreas, constituye un sistema dinámico sometido a la acción de las corrientes marinas y de los temporales, que determinan variaciones relativamente rápidas de su topografía y batimetría.

Las Encañizadas están formadas por un conjunto de islotes y canales separados por amplias zonas fangosas someras que comunican el Mar Menor con el Mar Mediterráneo (Hernández-Gil *et al.*, 1995), localizadas en el término municipal de San Javier (Región de Murcia), limitando al norte con las Salinas de San Pedro del Pinatar y al sur con la Manga del Mar Menor (Figura 1).

El conjunto se ve sometido a fluctuaciones de desecación-inundación motivadas por el desplazamiento de agua entre la laguna y el Mediterráneo, en los que quedan expuestas amplias superficies de sedimentos ricos en invertebrados y zonas de agua poco profundas, que proporcionan hábitat de alimentación para las aves acuáticas (Ballester, 2003), dando como resultado una zona pseudomareal poco frecuente en el Mediterráneo (Hernández-Gil *et al.*, 1995).



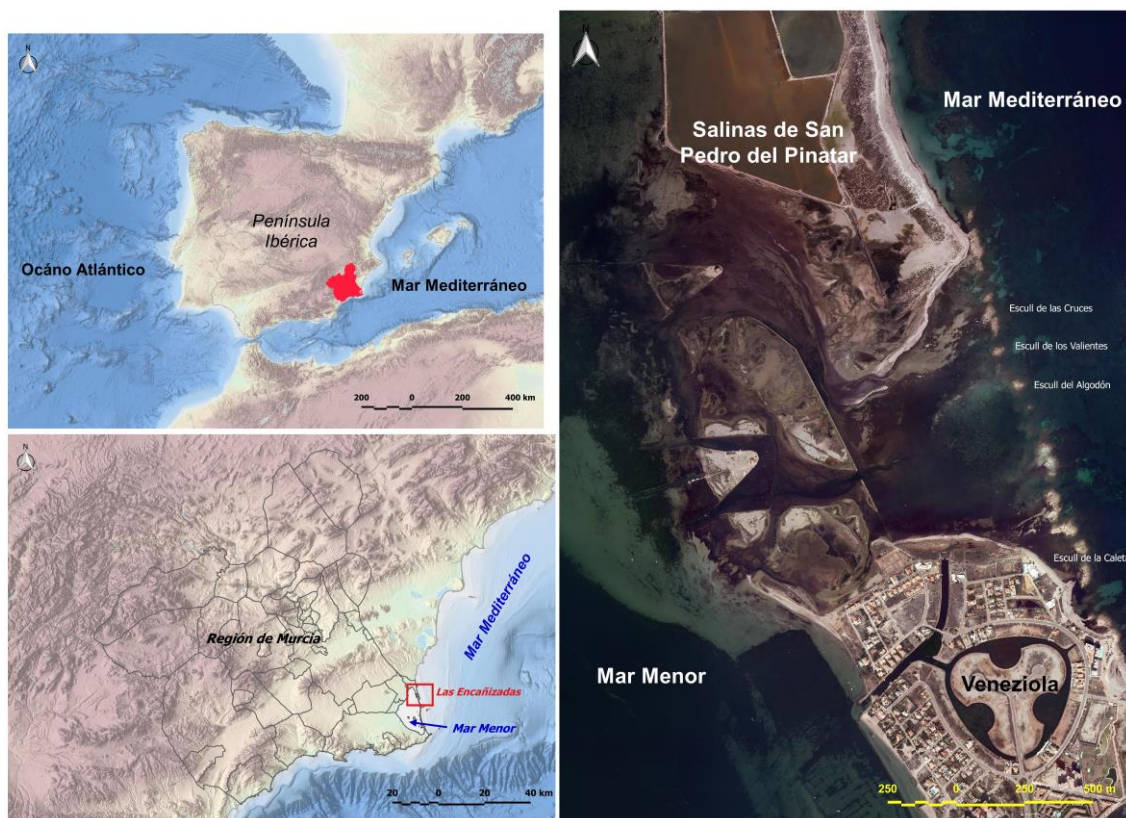


Figura 1 - Localización de las Encañizadas.

Existe una tendencia a la colmatación de los canales por depósito de sedimentos y restos orgánicos, que se ve alterada por rupturas bruscas que ponen en contacto la laguna con el mar. Esta dinámica natural ha sido atenuada por el manejo humano encaminado a mantener abiertos los canales para facilitar el trasiego y la captura de peces en las encañizadas. Lo que no impide que existan, junto a las golas todavía funcionales, amplias extensiones de marisma pseudomareal formadas por bajíos limosos y arenosos, aguas someras rasas, isletas y lenguas de tierra más elevada cubierta de vegetación halófila, conteniendo a menudo charcos de desecación y acumulaciones de restos orgánicos (fundamentalmente de plantas marinas y algas). A estos ambientes fluctuantes se suman elementos artificiales como muros de piedra, postes de madera y pantallas de cañas, que generan microhábitats adicionales para la fauna acuática, o reposaderos y perchas para las aves acuáticas y marinas (Ballester *et al.*, 2003 y Ballesteros, 2014).

En las Encañizadas se han descrito 65 especies de aves acuáticas y otras asociadas a humedales de presencia regular. De ellas, hay 28 especies incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves, entre las que destacan las 4 especies por las que las Encañizadas fueron declaradas como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) junto con las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar: *Himantopus himantopus*, *Recurvirostra avosetta*, *Gelochelidon nilotica*, *Sternula*

*albifrons*, además de otras 23 especies que han sido incluidas en alguna categoría de amenaza. (Ballesteros, 2014, Robledano *et al.*, 2006, Madroño *et al.*, 2004).

Además de los estudios sobre las aves realizados, entre otros, por los autores anteriormente señalados, las encañizadas han sido objeto de estudio, generalmente junto al resto del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, sobre diversos aspectos históricos (Buendía, 2008 y Cámara 1991), sobre el patrimonio cultural (Ferrer, 2001), la pesca mediante el arte tradicional de las encañizadas (Centro de Profesores de Cartagena, 2010 e Ibáñez 2010), pero hasta la fecha no se había realizado ningún estudio en profundidad sobre la distribución y tendencia de las principales especies de aves acuáticas que tienen en las Encañizadas poblaciones relevantes en el contexto regional, pero especialmente nacional.

## 2. Objetivos y metodología

El objetivo principal de este trabajo se centra en identificar las principales especies de aves que se reproducen en las Encañizadas del Mar Menor, evaluar las tendencias poblacionales y localizar las zonas de reproducción, situadas en microrrelieves elevados rodeados de un entorno encharcado y fangos, que determina unas características de hábitat totalmente inaccesible durante el periodo reproductor, y que facilita la cría de una importante población de determinadas especies de aves acuáticas.

Para ello, se ha analizado la información disponible de los censos de aves acuáticas publicados por diferentes autores, entre otros: Robledano *et al.*, (2006), Corbacho *et al.*, (2009); Ballesteros, (2007) y Ballesteros (2014), seleccionando a la canastera común (*Glareola pranticola*), chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), charrán común (*Sterna hirundo*) y charrancito común (*Sternula albifrons*), por ser especies reproductoras que cumplan al menos 6 de los 8 criterios siguientes: i. Tendencia mundial, ii. Especie por lo que las Encañizadas han sido declaradas como Zona de Especial Protección para las Aves, iii. Especie incluida en el Anexo I de la Directiva Aves, iv. Especie amenazada en la Ley o Libro Rojo de la Región de Murcia, v. Especie amenazada por el Decreto 139/2011 ó Libro Rojo Nacional, vi. Especie nidificante habitual en las Encañizadas, vii. Especie con población relevante en el contexto regional (al menos el 50 % de la población nidificante regional) y viii. Especie relevante en el contexto nacional (al menos el 1 % de la población nidificante española) (Tabla 1).

Tabla 1 - Selección de especies que han criado en las Encañizadas entre 1999-2014.

	Tendencia mundial (UICN-2012)	Especie por lo que las Encañizadas son ZEPA	Catalogada en Anexo I Directiva Aves	Amenaza en Ley y/o Libro Rojo Región Murcia	Amenazada Decret.139/2011 o Libro Rojo España	Cria todos los años	Población relevante Región de Murcia	Más del 1% de la población nidificante española	Especie seleccionada
Cigüeñuela común	Aumento	Si	Si						No
Avoceta común	No se sabe	Si	Si	Si					No
Alcaraván común	Disminuye		Si			Si			No
<b>Canastera común</b>	<b>Disminuye</b>		<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>		<b>Si</b>		<b>Si</b>
<b>Chorlitejo patinegro</b>	<b>Disminuye</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
Gaviota cabecinegra	Estable		Si				Si		No
Gaviota reidora	Estable								No
Gaviota patiamarilla	Aumento					Si			No
<b>Charrán común</b>	<b>Disminuye</b>		<b>Si</b>	<b>Si</b>		<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
<b>Charrancito común</b>	<b>Disminuye</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>		<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
Charrán patinegro	Estable		Si				Si		No

Fuente: elaboración a partir de Ballester (2003), Robledano *et al.*, (2006), Corbacho *et al.*, (2009); Ballesteros, (2007), Ballesteros (2014) y de UICN (2012).

### 3. Resultados

Los censos totales de aves acuáticas nidificantes realizados en las Encañizadas a lo largo del periodo 1999-2014, reflejan una tendencia creciente del número de parejas (Figura 2), favorecido sobre todo por el incremento en el número de parejas nidificantes del charrán común, que pasa de una población situada a finales del siglo XX en torno a las 100-150 parejas, a una población que en 2014 supera las 300 parejas.

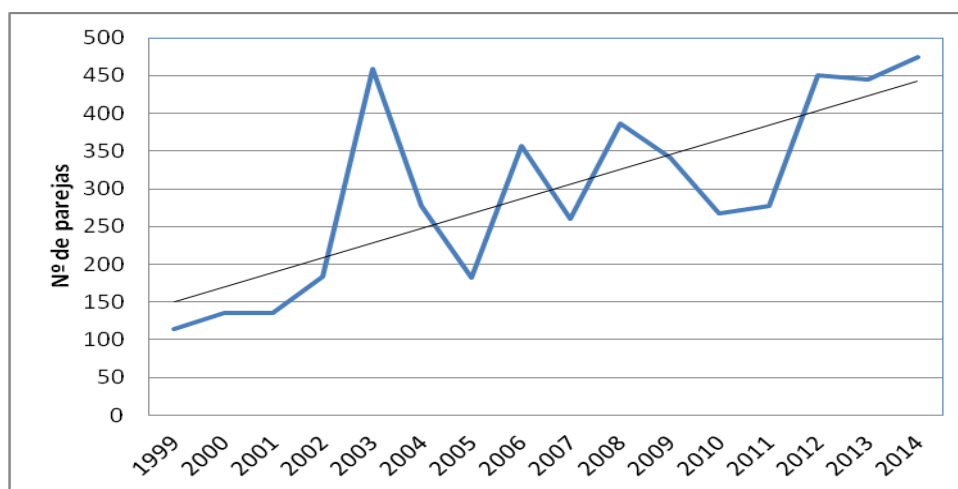


Figura 2 - Evolución del nº de parejas nidificantes de aves acuáticas (1999-2014)

### Canastera común (*Glareola pranticola*)

La distribución peninsular se restringe a 43 enclaves óptimos de las comunidades de Extremadura, Andalucía (Huelva, Sevilla, Cádiz), Castilla-La Mancha (Ciudad Real, Toledo, Cuenca), Comunidad Valenciana, Cataluña (Tarragona) y Región de Murcia.

En las Salinas de San Pedro del Pinatar se tiene constancia de su presencia hasta finales de los 70, a partir de cuándo se extinguió por las modificaciones del hábitat en la zona norte (Ballesteros y Casado, 2007). Los datos posteriores corresponden a la reproducción de al menos una pareja en la Marina del Carmolí en julio de 1997 (Blanco, 1997), volviéndose a confirmar a partir de 2002, cuando se contabilizan unas 15 parejas, desde entonces se ha establecido una colonia reproductora en Punta de Algas (Figura 3) que en la actualidad cuenta con una población de unas 40-50 parejas (Robledano *et al.*, 2006).

En las Encañizadas es una especie nidificante esporádica, ya que se ha reproducido en 4 ocasiones entre 1999 y 2014. En 2014 nidificaron 3 parejas en Punta de Algas, que podría ser el preludio de una nueva colonia reproductora en la Región de Murcia.



Figura 3 - Localización de la colonia de Canastera común.

### **Chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*)**

Sedentario e invernante en la Península Ibérica, presente en casi todo el país con densidades variables. Nidificante común a lo largo de todo el litoral arenoso de la Península, Baleares y Canarias, exceptuando las costas cantábricas, y más local y escaso en el interior (Valle del Ebro, La Mancha). Como invernante está presente en costas, salinas y marismas de Andalucía Occidental, y en menor número en el Delta del Ebro y Mar Menor, siendo el área más importante la Bahía de Cádiz. Muy escaso en el litoral cantábrico. También localmente en aguas interiores (Martínez-Vilalta, 1997; Purroy, 1997).

En Murcia nidifica en distintos humedales, arenales y otras zonas llanas, sobre todo litorales del entorno del Mar Menor: salinas, Encañizadas, Marina del Carmolí, Punta de Lengua de Vaca, Isla del Barón y algunos arenales de La Manga, así como en algunas playas, dunas y saladares costeros dispersos (Ballesteros y Casado, 2007).

La población de los humedales e islas del Mar Menor ha descendido de unas 100-150 parejas en la última década del siglo XX a unas 70-80 parejas a lo largo de la segunda década del siglo XXI.

El Chorlitejo patinegro en las Encañizadas es residente, con una población nidificante con marcadas fluctuaciones (Figura 4), que actualmente se sitúa en torno a las 30-40 parejas nidificantes.

El descenso registrado a partir de 2012 parece seguir la pauta general europea de declive de la población europea y mediterránea sin conocer la causa exacta (Molina, 2009).

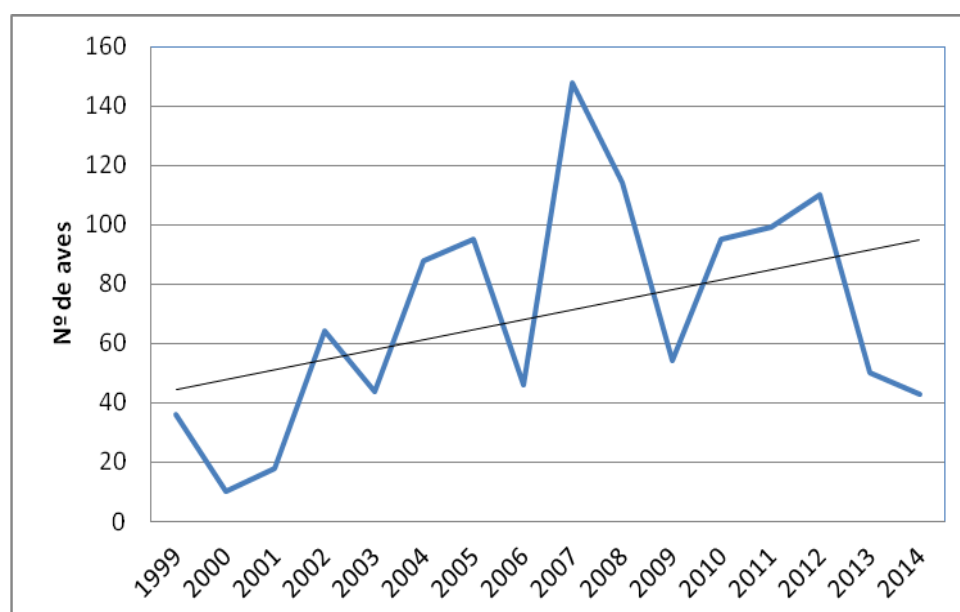


Figura 4 - Evolución de la población invernante de Chorlitejo patinegro.



El área de reproducción se localiza principalmente en toda la extensión de Punta de Algas y algunas orillas y zonas con depósitos de arribazones del entorno de la Encañizada de la Torre (Figura 5).

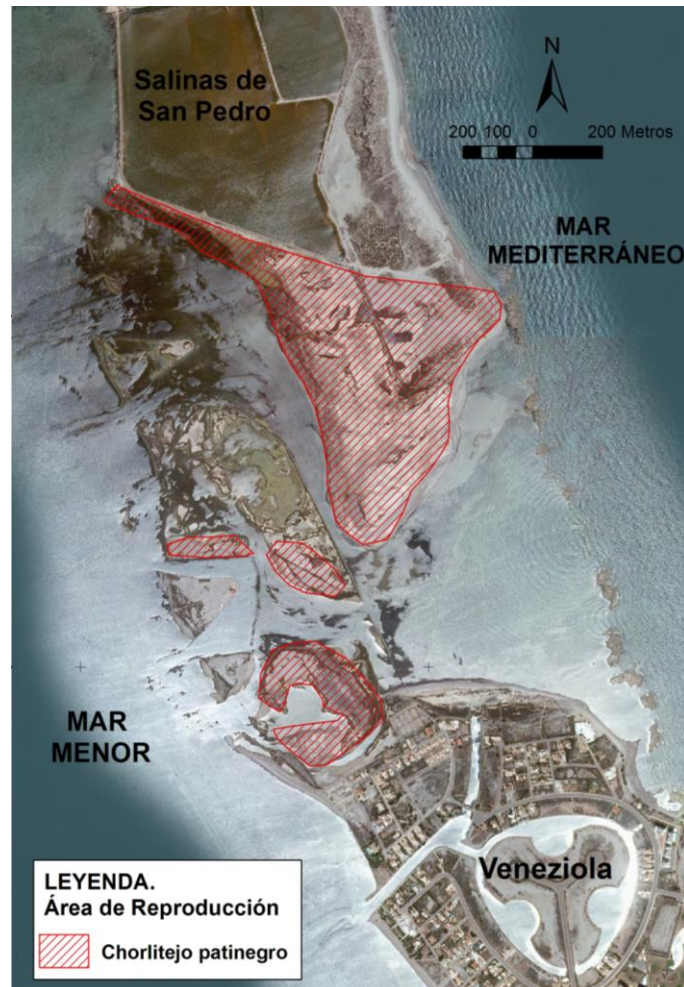


Figura 5 - Localización del área de reproducción de Chorlitejo patinegro.

#### **Charrán común (*Sterna hirundo*)**

Reproductor regular en el Delta del Ebro, la Albufera de Valencia, humedales del sur de Alicante, Aragón, Cataluña, Cantabria, Murcia y Almería, y en las islas Canarias e irregular en las Marismas del Guadalquivir.. En algunas localidades se ha establecido -o las ha recolonizado- durante las dos últimas décadas. En conjunto, la población española fue estimada en 2007 en unas 3.200 parejas (Madroño *et al.*, 2004; Purroy, 1997; Paterson, 1997 y Corbacho *et. al.*, 2009).

En la Región de Murcia cría principalmente en los humedales del entorno del Mar Menor (Salinas de San Pedro del Pinatar y Encañizadas, algunos años en las Salinas de Marchamalo y

unas pocas parejas en la ZEPA de las lagunas de Campotéjar. También ha criado algún año en el Paisaje Protegido del Humedal de Ajauque y Rambla Salada (Ballesteros y Casado, 2007). Desde 2010 la población reproductora del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar se ha estimado en unas 350-450 parejas.

El Charrán común es estival y nidificante en las Encañizadas, representa el 8-9 % de la población nidificante de España, que fue estimada en 2007 en unas 3.100-3.200 parejas (Corbacho *et al.*, 2009).

En esta zona presenta una tendencia creciente, con una población actual de 260 parejas en 2014, lo que representa alrededor del 75 % del total de la población reproductora de la Región de Murcia, cuya población total fue de 349 parejas en 2014 (Ballesteros, 2014) (Figura 6).

Esta especie muestra una respuesta positiva a las actuaciones de conservación que se están desarrollando en el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, como es el cierre en 2007 de los accesos a vehículos a la entrada a Punta de Algas, lo que ha reducido la presión sobre esta zona de las Encañizadas (Ballesteros 2014)

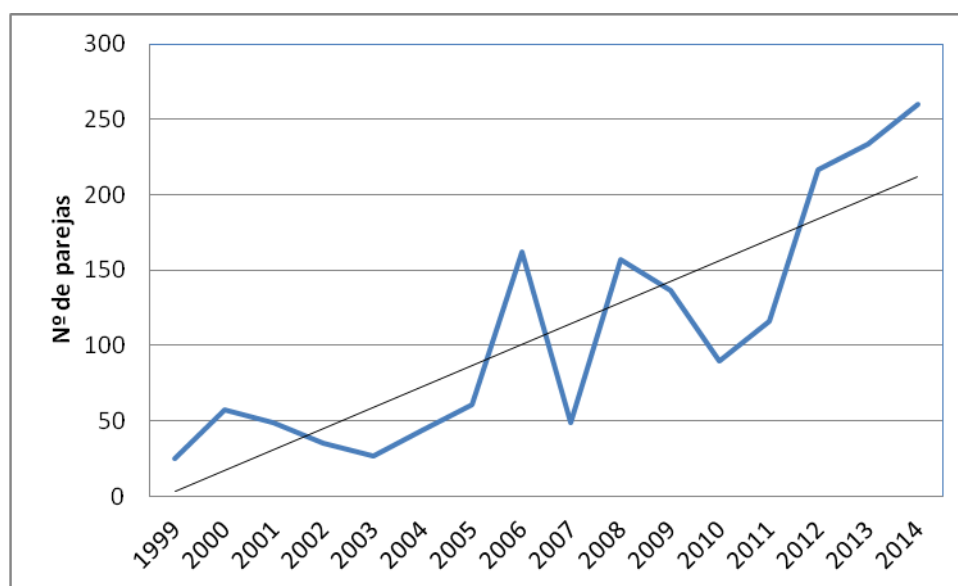


Figura 6 - Evolución del nº de parejas nidificantes de Charrán común (1999-2014).

Presenta una distribución relativamente extensa en microrrelieves elevados siempre que se encuentren rodeados de zonas encharcadas y enfangadas a lo largo de Punta de Algas y en un islote situado junto a la Encañizada de la Torre (Figura 7).

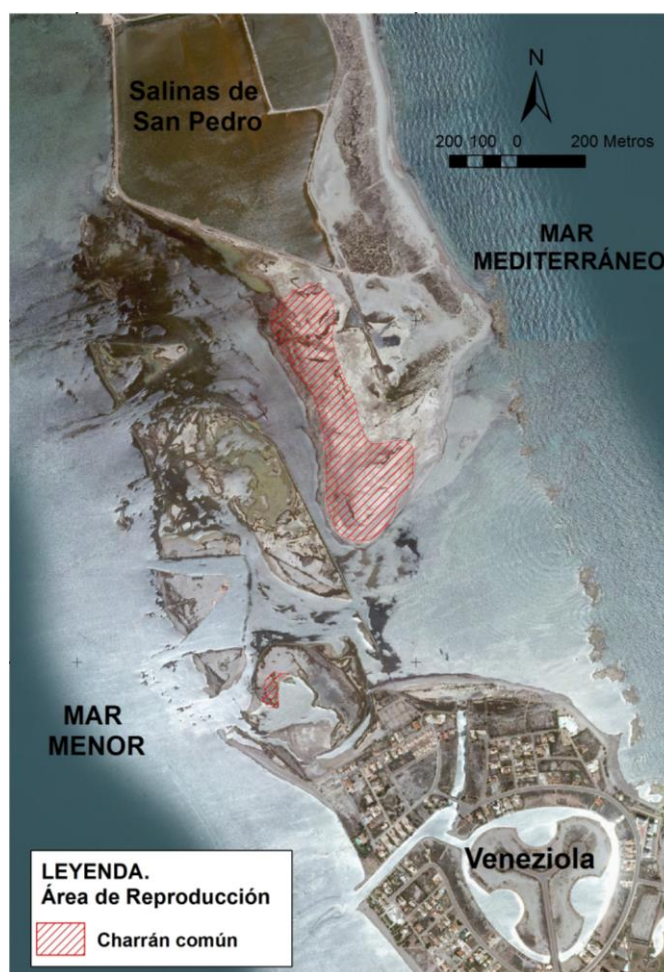


Figura 7 - Localización del área de reproducción del Charrán común.

### **Charrancito común (*Sternula albifrons*)**

Se distribuye de forma discontinua por humedales costeros y del interior. Sus principales núcleos de cría están en el litoral andaluz (Marismas del Odiel y Guadalquivir, Bahía de Cádiz), sureste de la Península (Almería, Murcia y Alicante), y Delta del Ebro. Recientemente se ha recuperado en la Albufera de Valencia -dónde existía una importante colonia en los 60-, por la creación de la reserva del Racó de l'Olla. Ampliamente distribuido en Extremadura (regadíos y vegas del Guadiana y cuenca media del Tajo), y raro en Castilla-La Mancha y el litoral cantábrico, criando esporádicamente en otras localidades interiores. En migración es moderadamente abundante por todo el país, y raro en Baleares y Canarias; algunas citas invernales aisladas (Madroño et al., 2004; Purroy, 1997; Paterson, 1997, Robledano *et al.*, 2006) y Corbacho *et. al.*, 2009).

En la Región de Murcia hasta finales del siglo XX criaban unas 200-250 parejas en 5 humedales, sobre todo, en aquellos naturales, seminaturales y artificiales del área del Mar Menor, y algunos años en el Embalse de Santomera (2-6 parejas). Actualmente, la población se estima en menos



de 150 parejas localizadas exclusivamente en el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Ballesteros, 2014).

El Charrancito común es estival y nidificante en las Encañizadas, con una población que a pesar de presentar marcadas fluctuaciones interanuales, a largo plazo parece mantener una tendencia estable, situada en unas 50-70 parejas (Figura 8), que representa el 40 % del total de la población reproductora de la Región de Murcia, estimada en 134 parejas en 2014, todas ellas localizadas dentro del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar .

La población de las Encañizadas representa el 1-2 % de la población reproductora española, estimada en 2007 en unas 3.575 parejas (Corbacho *et. al.*, 2009).

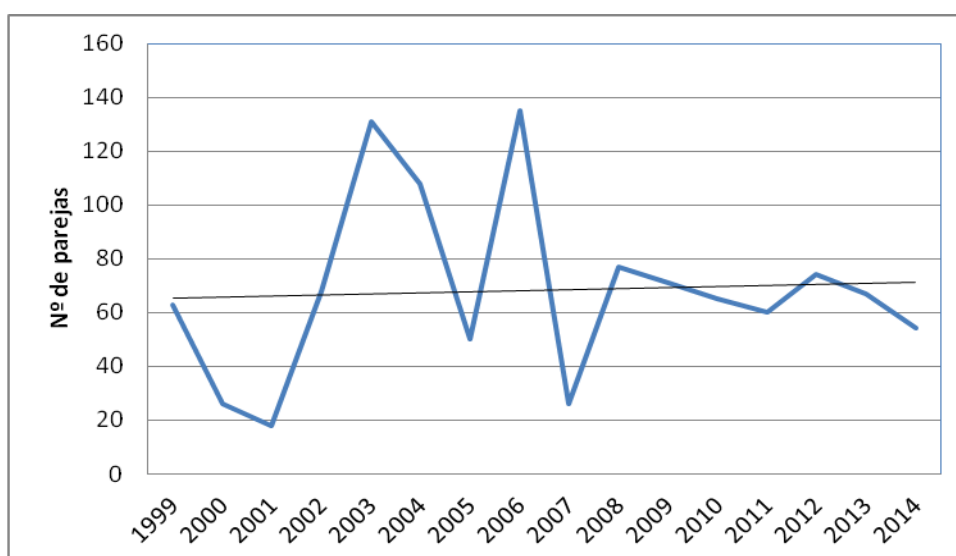


Figura 8 - Evolución del nº de parejas nidificantes de Charrancito común (1999-2014).

El charrancito común se distribuye por gran parte de Punta de Algas, en un islote cerca de la explotación pesquera de la encañizada de la Torre y en algunos islotes rocosos situados frente al Mar Mediterráneo (Figura 9).



Figura 9 - Localización del área de reproducción del Charrancito común.

#### 4. Conclusiones

Las Encañizadas constituyen uno de los paisajes más singulares y sugerentes del litoral mediterráneo, formado por un sistema dinámico que se ve sometido de forma cíclica a la acción de las corrientes marinas y de los temporales, donde las aves acuáticas se reproducen en los microrrelieves más elevados de un entorno encharcado y fangoso que determina unas características del hábitat totalmente inaccesible durante el periodo de reproducción, lo que facilita el éxito reproductor de numerosas especies de aves acuáticas, algunas de ellas con poblaciones relevantes en el contexto regional y nacional.

Las Encañizadas son un lugar de reproducción importante en España para las poblaciones de charrán común, que representa el 8-9 % de la población nidificante de España y de charrancito común, que representa el 1-2 % de la población nacional. Además, son un lugar de reproducción importante para la Región de Murcia de la Canastera común, con el 15 % de la población regional en 2014 y del Chorlitejo patinegro, con el 60 % de toda la población regional en 2014.

Los resultados indican que el charrán común presenta una tendencia creciente, posiblemente como respuesta positiva a las actuaciones de conservación desarrolladas en el entorno de las Encañizadas, el charrancito común y la canastera común, mantienen poblaciones estables,

mientras que el chorlito patinegro tiene una población decreciente asociada al descenso generalizado de sus poblaciones europeas y mediterráneas.

## 5. Bibliografía

- Ballester, R. (Dirección Técnica) (2003). *Los Humedales de la Región de Murcia. Recopilación de valores faunísticos asociados a humedales de zonas áridas*. Consejería de Medio Ambiente. Región de Murcia.
- Ballesteros, G.A. y Casado, J. (2007). *Guía de Aves Acuáticas del Mar Menor*. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Región de Murcia.
- Ballesteros, G.A. (2014). *El Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar. Actividades humanas y conservación*. Universidad de Murcia.
- Blanco, J.C. (1997). Noticiario ornitológico: la canastera en la Marina del Carmolí. *El Naturalista Indómito*, 6: 5.
- Buendía, L. (2008). La hacienda en cuestión: el concejo de Murcia en defensa sobre sus derechos sobre la pesca del propio de la encañizada (1750-1817). *Revista Murgetana*, nº 118, p. 98-111.
- Cámara, A. (1991). *Las torres del litoral en el reinado de Felipe II: una arquitectura para la defensa del territorio*. *Revista Espacio, Tiempo y Foram, Serie VII. Historia del Arte*, t. 4, p. 53-94.
- Centro de Profesores de Cartagena (2010). *Los peces y las artes de pesca. Guía del profesor*. Cartagena: Centro de Profesores de Cartagena, 2010. 26 p.
- Corbacho, C., Sánchez, J. M. y Villegas, M. A. (2009). *Pagazas, charranes y fumareles en España. Población reproductora en 2007 y método de censo*. SEO/BirdLife. Madrid.
- Ferrer, L. (2001). *Catálogo de Bienes de Interés Cultural del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar. Fichas inventario y documento de tipologías constructivas* (2001). Murcia: Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, 163 p.
- Hernández-Gil, V. (Coordinador) (1995). *Censo 1995 de Aves Acuáticas, Limícolas y Marinas Nidificantes de la Región de Murcia*. Informe inédito para la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Murcia.
- Ibáñez, B. y Picón, J.M. (2010). *Arte de pesca tradicional. Las encañizadas del Mar Menor*. Murcia: Trabajo de Ciencias Ambientales de la Universidad de Murcia, 13 p.
- Madroño, A.; González, C.; y Atienza, J.C. (Eds.) (2004). *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. Madrid.
- Martínez-Villalta, A. (1997). Situación de las poblaciones reproductoras de aves limícolas en España. En: Barbosa, A. (Coord.). *Las aves limícolas en España*. Colección Técnica. Ministerio de Medio Ambiente:157-173.
- Molina, B. 2009. Chorlito patinegro. En, D. Palomino y B. Molina (Eds.): *Aves acuáticas reproductoras en España. Población en 2007 y método de censo*, pp. 130-141. SEO/BirdLife. Madrid.
- Purroy, F. J. J., Onrubia, A. y Robles, J.L. (1997). Estimación de las aves nidificantes en la España peninsular e Islas Baleares. *Actas de las XII Jornadas Ornitológicas Españolas*: 207-217. Instituto de Estudios Almerienses.
- Robledano, F.; Calvo, J.F.; Hernández, V. (comité redactor). 2006. *Libro Rojo de los Vertebrados de la Región de Murcia*. Dirección General del Medio Natural de la Región de Murcia.
- UICN (2012). *Lista Roja de las Especies Amenazadas de la UICN*. [Online]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/> [Acedido el 5 de mayo de 2016].

# EVALUACIÓN DE LOS VALORES NATURALES Y CULTURALES PARA LA CONSIDERACIÓN DE LA VEGA ALTA DEL RÍO SEGURA (SE DE ESPAÑA) COMO HUMEDAL DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL DEL CONVENIO RAMSAR

G.A. Ballesteros-Pelegrín, F. Belmonte-Serrato, D. Ibarra-Marinás

Departamento de Geografía, Universidade Murcia  
gabp1@um.es  
franbel@um.es  
adaniel.ibarra@um.es

## Resumen

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Convenio de Ramsar) entró en vigor en 1975, con el objetivo de asegurar *“la conservación y el uso racional de los humedales, a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional, a fin de contribuir al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”*. En este trabajo se hace una evaluación de los recursos naturales y culturales de los humedales incluidos en la Vega Alta del río Segura (SE de España), para ser considerados Humedales de Importancia Internacional. Los resultados muestran que tanto los valores naturales como culturales, y de biodiversidad de estos humedales, cumplen sobradamente los criterios establecidos en el Convenio Ramsar para considerar un humedal como de Importancia Internacional y, en consecuencia, es perfectamente viable y conveniente la solicitud de su consideración como sitio Ramsar.

**Palabras clave:** Convenio Ramsar, Humedales, Vega alta del río Segura, biodiversidad, valores naturales y culturales.

## 1. Introducción

La Convención de Ramsar es el más antiguo de los modernos acuerdos intergubernamentales sobre medio ambiente. El tratado se negoció en el decenio de 1960 entre países y organizaciones no gubernamentales preocupados por la creciente pérdida y degradación de los hábitats de humedales para las aves acuáticas migratorias. Se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Convenio de Ramsar) entró en vigor en 1975 con un objetivo principal: *“la conservación y el uso racional de los humedales, a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional, a fin de contribuir al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”* (Ramsar, 2016).

La Convención destaca la importancia de los humedales como prestadores de servicios ecológicos fundamentales y reguladores de los regímenes hídricos, así como fuentes de biodiversidad. Reconoce también que constituyen un recurso de gran valor económico,

científico, cultural y recreativo, además de desempeñar un papel esencial en la adaptación al cambio climático y atenuación de sus efectos.

La Secretaría se encarga de la coordinación de las actividades de la Convención y se encuentra ubicada en la sede de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en Gland (Suiza).

La Convención aplica una definición amplia de los humedales, que abarca todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, embalses u salinas.

Al adherirse a la Convención, cada parte Contratante se compromete a designar por lo menos un Sitio de Humedal para ser incluido en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (Lista de Ramsar), por tanto, la Lista de Ramsar es una lista de prestigio, ya que integra las zonas húmedas más importantes del mundo desde el punto de vista de su interés ecológico y para la conservación de la biodiversidad.

Con fecha de 1 de mayo de 2016, la Convención cuenta con 169 países considerados Partes Contratantes, que han declarado 2.240 Sitios como Humedales de Importancia Internacional, abarcando una superficie de 215.240.112 hectáreas (Ramsar, 2016), lo que da una idea de la importante repercusión de un tratado internacional dedicado a un solo tipo de ecosistemas.

España firmó el Convenio en 1982 y hasta 2015 se han declarado 74 Sitios, con una superficie de 303.090 hectáreas, de tal forma, que el gobierno reconoce su compromiso de contribuir al desarrollo sostenible en el mundo, trabajando de forma activa por la Conservación y el uso racional de los humedales, a través de acciones locales, regionales y estatales (BOE nº 199 de 20.08.1982 y Ramsar, 2016). La Región de Murcia cuenta con 3 Sitios Ramsar: la Laguna del Mar Menor (1994) y las lagunas de Campotéjar y lagunas de las Moreras, ambas en 2001.

La Vega Alta del río Segura se encuentra incluida dentro de la Red Natura 2000 y tiene aprobado un Plan de Gestión Integral (Decreto nº 55/2015, de 17 de abril). Sus valores naturales que han sido estudiados en profundidad por diversos autores, entre los que destacan Alcaráz *et al.*, (2008), Calvo *et al.*, (2000), Conesa (2006), Díez de Revenga *et al.*, (2003), Robledano *et al.*, (2006), Sánchez-Fernández *et al.*, (2004), Sánchez *et al.*, (1996), Yelo y Calvo (2004), pero hasta la fecha no se ha realizado una recopilación que ponga de manifiesto el elevado interés de los valores naturales de los humedales que discurren por este territorio comunicados entre sí por el hilo conductor del río Segura y algunos de sus afluentes.

## 2. Objetivos y metodología

Este trabajo recopila, organiza y evalúa la información sobre los valores naturales y culturales que cumplen los humedales incluidos en la Vega Alta del Río Segura, para ser considerados Humedales de Importancia Internacional.

Para analizar los valores naturales y culturales, se ha seguido el protocolo establecido por el documento de la Secretaría de Ramsar titulado *Manual 14. Designación de sitios Ramsar: marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional* (3ª edición, 2006). Dicho Manual forma parte del conjunto de *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales* (17 Manuales) que la Secretaría Ramsar ha terminado de preparar y que están a disposición pública en [http://ramsar.org/lib/lib\\_handbooks2006\\_s.htm](http://ramsar.org/lib/lib_handbooks2006_s.htm).

Sus contenidos fueron adaptados al caso español por el Comité de Humedales del Gobierno de España, creado en 1994 y dependiente de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, con el fin de proporcionar un marco nacional y los mecanismos necesarios para aplicar y difundir la filosofía de protección y uso racional de los humedales, además de apoyar la aprobación y aplicación de políticas nacionales de humedales, la gestión de los sitios Ramsar, la inclusión de nuevos sitios en la Lista, la redacción de los Informes Nacionales y el control de las Resoluciones y Recomendaciones del Convenio Ramsar en el ámbito nacional, etc.

La Comisión Nacional de Protección de la Naturaleza aprobó el 4 de diciembre de 2007 del *Protocolo de Inclusión de Humedales Españoles en la Lista de Importancia Internacional (Convenio de Ramsar) y Anexo Técnico*.

Los criterios de éste Protocolo que han sido utilizados para analizar los valores naturales de los humedales de la Vega Alta del Río Segura, se agrupan en tres grupos que vienen descritos en la tabla 1:

- A) Sitios que tienen un ejemplo representativo de un tipo de humedal raro o único en una región biogeográfica
- B) Sitios importantes para conservar la biodiversidad, con criterios basados en comunidades, abundancia o presencia de aves acuáticas, peces u otros taxones mundialmente amenazados.
- C) Valores culturales, se trata de un criterio adicional que puede ser utilizado para la declaración de humedales de importancia internacional siempre que además de este criterio, se cumpla alguno de los criterios incluidos en los apartados anteriores.

Tabla 1 - Criterios Ramsar para la identificación de Humedales de Importancia Internacional.

<b>GRUPO A DE CRITERIOS</b>
<b>Sitios que comprenden tipos de humedales representativos, raros o únicos</b>
<b><u>Criterio 1:</u></b> Un humedal podrá considerarse de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural en una región biogeográfica.
<b>GRUPO B DE CRITERIOS</b>
<b>Sitios de importancia internacional para conservar la diversidad biológica</b>
<b><u>Criterio 2:</u></b> Un humedal podrá considerarse de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.
<b><u>Criterio 3:</u></b> Un humedal podrá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad de una región biogeográfica.
<b><u>Criterio 4:</u></b> Un humedal podrá considerarse de importancia internacional si sustenta especies vegetales y/o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico.
<b><u>Criterio 5:</u></b> Un humedal podrá considerarse de importancia internacional si sustenta de manera regular una población de 20.000 o más aves acuáticas.
<b><u>Criterio 6:</u></b> Un humedal podrá considerarse de importancia internacional si sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población de una especie o subespecie de aves acuáticas.
<b><u>Criterio 7:</u></b> Un humedal podrá considerarse de importancia internacional si sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies y/o poblaciones que son representativas de los beneficios y/o los valores de los humedales y contribuye de esa manera a la diversidad biológica del mundo.
<b><u>Criterio 8:</u></b> Un humedal podrá considerarse de importancia internacional si es una fuente de alimentación importante para peces, es una zona de desove, un área de desarrollo y crecimiento y/o una ruta migratoria de la que dependen las existencias de peces dentro o fuera del humedal.
<b><u>Criterio 9:</u></b> Un humedal podrá considerarse de importancia internacional si sustenta de forma habitual el 1% de los individuos de la población de una especie subespecie que sea un animal no aviario.
<b>CRITERIO ADICIONAL</b>
<b><u>Valores culturales:</u></b> Un humedal también se puede considerar de importancia internacional cuando, además de los correspondientes Criterios ecológicos, dispone de ejemplos que ilustran importantes valores culturales, ya se han materiales o no, relacionados con su origen, conservación y/o funcionamiento ecológico (Resolución 9.21).

Fuente: [http://ramsar.org/lib/lib\\_handbooks2006\\_s14.pdf](http://ramsar.org/lib/lib_handbooks2006_s14.pdf)

### 3. Área de estudio

El ámbito territorial del área de estudio abarca una superficie aproximada de unas 2.500 hectáreas en su mayor parte dentro de la Región de Murcia, en los términos municipales de Moratalla, Calasparra y Cieza, y una pequeña parte en la provincia de Albacete, dentro del municipio de Hellín.

La Vega Alta del río Segura se encuentra en el área de clima mediterráneo, con temperaturas medias anuales que oscilan entre los 15-16,5 °C, pero con marcadas fluctuaciones estivales, que van desde temperaturas inferiores a 0 °C en invierno y hasta los 40 °C en periodo estival. La precipitación media anual varía entre 300-400 mm anuales, con una evapotranspiración potencial que supera los 800 mm anuales, lo que supone un déficit hídrico entre 400-500 mm anuales (PORN, 2014).

El principal curso de agua es el río Segura, que atraviesa el territorio por su flanco noroeste donde hace de límite natural entre la Comunidad Autónoma de Murcia y la Provincia de Albacete, a los que hay que añadir otros cursos fluviales: Benamor, Argos, Quípar, Alhárabe y

Moratalla, que recogen el agua de numerosos arroyos y ramblas y la conducen hasta el río Segura (Conesa, 2006).

Está situado en la parte externa de las Cordilleras Béticas, estando representadas las Zonas Prebética y Subbética. Los sustratos geológicos más frecuentes son las calizas y dolomías de los núcleos centrales de las sierras, como materiales más duros, antiguos y propios del zócalo. Entre estos, aparecen materiales más blandos, neógenos y cuaternarios aluviales. Además se encuentra una amplia zona de conglomerados en la zona sur de Cañaverosa sobre los que el río se encaja (Conesa, 2006).

El territorio se encuentra dentro del sector central de la Cuenca del Segura, atravesado y vertebrado por el propio río y sus principales afluentes en este ámbito, el arrollo del Chopillo o rambla de Cañaverosa y los ríos Moratalla, Argos y Quípar, todos ellos en su margen derecha (Rodríguez y Bermúdez, 1984).

En este espacio se localizan 9 grupos de humedales en su mayoría protegidos, unidos entre sí por los ríos Segura y sus afluentes Quípar, Argos, Moratalla y Mundo (Tabla 2 y figura 1).

Tabla 2 - Humedales y cauces fluviales que forman parte de la Vega Alta del Río Segura.

ESPACIO	FIGURAS DE PROTECCIÓN
Río Segura, Alhárabe y Moratalla	- ZEC “Sierras y Vega Alta del Río Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla” - Parcialmente incluidos en ZEPA “Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Cagitan”
Reserva Natural “Cañón de Almadenes”	ZEPA “Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Cagitan”
Reserva Natural “Sotos y Bosques de Ribera de Cañaverosa”	ZEC “Sierras y Vega Alta del Río Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla”
Embalse del Argos	ZEC “Sierras y Vega Alta del Río Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla”
Embalse de Moratalla	ZEC “Sierras y Vega Alta del Río Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla”
Embalse del Cárcabo	- ZEC “Sierras y Vega Alta del Río Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla” - ZEPA “Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Cagitan”
Embalse de Alfonso XIII	
Salinas de la Ramona	
Arrozales de Calasparra y Salmerón	Parcialmente incluidos en la ZEC “Sierras y Vega Alta del Río Segura y Ríos Alhárabe y Moratalla”



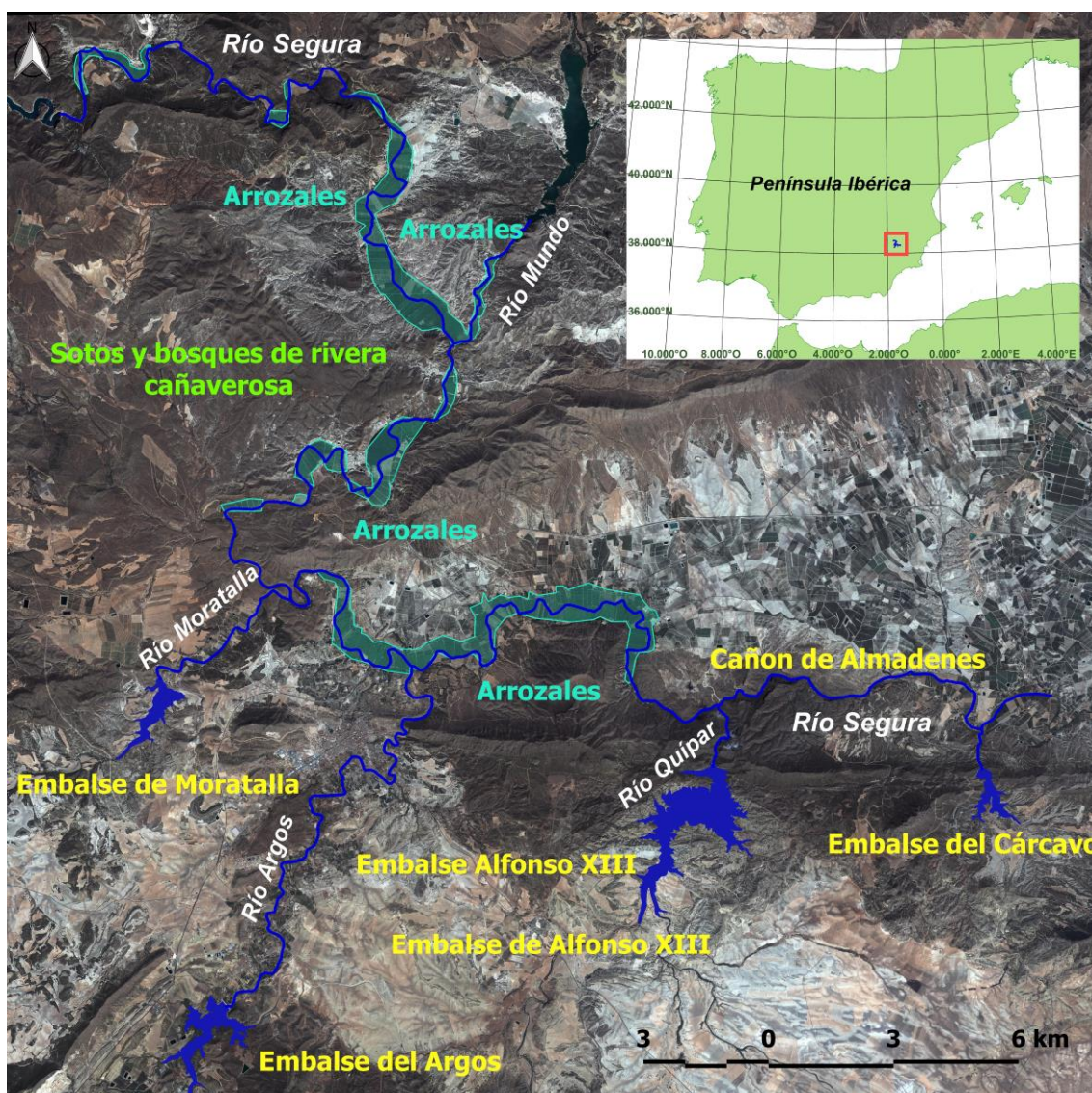


Figura 1 - Localización de los Humedales de la Vega Alta del Río Segura.

#### 4. Criterios que cumple la Vega Alta del Río Segura para ser declarado como Sitio Ramsar

El análisis de los valores naturales de los humedales y cursos fluviales ha permitido identificar que estos humedales cumplen con tres de los diez criterios establecidos por el Comité de Humedales (2007):

Criterio 2: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.

Se han descrito un total de 12 especies amenazadas en España (tabla 3), de las que 1 especie es un pez, 5 son especies de murciélagos y 6 son especies de aves.

Entre ellas, cabe destacar las poblaciones de:

Cacho (*Squalius pyrenaicus*) que en la cuenca del Río Segura su distribución queda reducida a un corto tramo del cauce principal del Segura, situado entre la presa del embalse del Cenajo y la confluencia del río Mundo (Torralba *et al.*, 2002).

Murciélago ratonero patudo *Myotis capaccinii* que en la Región de Murcia se distribuye sobre todo en las proximidades de cursos y masas de agua de la Vega del Segura y afluentes (Robledano *et al.*, 2006).

Tabla 3 - Especies amenazadas en los humedales de la Vega Alta del Río Segura.

Taxones	Directiva Hábitat (92/43/CEE)	Catálogo Español Especies Amenazadas (RD 131/2011)	Libros Rojos Nacionales*
Cacho <i>Squalius pyrenaicus</i>	Anexo II		Vulnerable
Murciélago de cueva <i>Myotis schreibersii</i>	Anexo II	Vulnerable	
Murciélago ratonero patudo <i>Myotis capaccinii</i>	Anexo II	En Peligro Extinción	
Murciélago ratonero pardo <i>Myotis emarginatus</i>	Anexo II	Vulnerable	
Murciélago ratonero grande <i>Myotis myotis</i>	Anexo II	Vulnerable	
Murciélago ratonero mediano <i>Myotis blythii</i>		Vulnerable	
Garcilla cangrejera <i>Ardeola ralloides</i>		Vulnerable	
Aguilucho cenizo <i>Circus pygargus</i>		Vulnerable	Vulnerable
Aguilucho lagunero <i>Circus aeruginosus</i>		Vulnerable	Vulnerable
Águila pescadora <i>Pandion haliaetus</i>		Vulnerable	En Peligro Crítico
Cerceta común <i>Anas crecca</i>			Vulnerable
Escribano palustre <i>Emberiza schoeniclus</i>			Vulnerable

\* Doadrio (2002) y Madroño *et al.*, (2004).

En los humedales de la Vega Alta del Río Segura se han catalogado 2 hábitats considerados como prioritarios en la Unión Europea (tabla 4), el hábitat 7210\* Turberas calcáreas del *Cladium mariscus* y con especies del *Caricion davallianae*, tiene las asociaciones 621012 Cladio marisci-Caricetum hispidae \* O. Bolòs 1926 y 621123 Typho-Schoenoplectetum glauci Br.-Bl. & O. Bolòs 1958, con una distribución muy amplia a lo largo de estos tramos del cauce del río Segura y sus principales afluentes.

Tabla 4 - Hábitat asociados a ambientes húmedos del Anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE.

Código	Hábitat
7210*	Turberas calcáreas de <i>Cladium mariscus</i> y con especies del <i>Caricion davallianae</i>
7220*	Manantiales petrificantes con formación de tuf ( <i>Cratoneurion</i> )

Fuente: elaboración a partir de Alcaraz *et al.*, (2008)

Criterio 3: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.

En la Vega Alta del Río Segura se han descrito 7 hábitats asociados a ambientes húmedos del Anexo I de la Directiva Hábitats con una Evaluación Global A (tabla 5).

Destaca los siguientes hábitats:

5110 Formaciones estables xerotermófilas de *Buxus sempervirens* en pendientes rocosas (Berberidion p.p.), por tener una distribución en la Región de Murcia situada en las márgenes del río Segura al norte y noreste de Cieza, pero también en muchos afluentes (Benamor, Moratalla, Quípar, etc.);

92AO Bosques galeri de *Salix alba* y *Populus alba*, que se desarrolla en los tramos alto y medio de la cuenca del río Segura, disponiéndose en dos bandas paralelas a ambos lados del cauce.

92DO Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*), con una vegetación dominada por álamos, taráis, baladres y palmeras, que se desarrolla a lo largo de la cuenca del río Segura, en las que algunas asociaciones (82D013 Tamaricetum gallicae + Br.-Bl. & O. Bolòs 1958 y 82D050 Panico repentis-Imperatetum cylindricae M. B. Crespo 1989) presentan una distribución mayoritaria a lo largo de los tramos altos del río Segura y sus afluentes (Alcaraz et al., 2008).

Tabla 5. Hábitats asociados a ambientes húmedos de la Directiva Hábitats con Evaluación Global A.

Código	Hábitat
5110	Formaciones estables xerotermófilas de <i>Buxus sempervirens</i> en pendientes rocosas
7210*	Turberas calcáreas del <i>Cladium mariscus</i> y con especies del <i>Caricon davallanae</i>
7220*	Manantiales petrificantes con formación de tuf ( <i>Cratoneurion</i> )
8210	Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica
8310	Cuevas no explotadas por el turismo
92AO	Bosques galeri de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>
92DO	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos ( <i>Nerio-Tamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i> )

Valores culturales: Un humedal también se puede considerar de importancia internacional cuando, además de los correspondientes Criterios ecológicos, dispone de ejemplos que ilustran importantes valores culturales, ya se han materiales o no, relacionados con su origen, conservación y/o funcionamiento ecológico.

Ligados a las terrazas fluviales del río Segura y del río Mundo se encuentran los arrozales, cultivos tradicionales implantados en el siglo XVIII, que constituyen una tipología de humedal de carácter artificial por su origen y funcionamiento, con importantes retornos de riegos que recargan cíclicamente y de forma natural el acuífero. Representan ecosistemas acuáticos de

escasa profundidad (15-20 cm), con una fase seca durante el invierno y otra húmeda desde abril o mayo hasta noviembre o diciembre (PORN, 2014).

Se trata de un cultivo que a principios del siglo XX ocupaba extensiones de cerca 50 % superiores a las actuales. El cultivo del arroz se oficializa y protege merced al Real decreto de 1 de febrero de 1908, por el que se delimita el Coto Arrocerero que comprende los términos municipales de Hellín (Castilla la Mancha), Moratalla y Calasparra, siendo este último municipio en el que se da mayor tradición y arraigo. Para certificar la calidad del producto y garantizar su procedencia se aprobó en 1986 la denominación de origen, siendo el primer arroz del mundo en disfrutar de este aval de garantía, velando su consejo regulador porque durante todo el proceso de cultivo se respeten los métodos que aseguren la calidad y cumplimiento de la normativa.

De las 1500 hectáreas que configuran el Coto Arrocerero, la superficie inscrita en el Registro de la Denominación de Origen Calasparra es de unas 1.000 ha, de las cuales, debido a la rotación con otros cultivos, se suelen sembrar anualmente entre 500 y 700 ha, dedicándose las restantes al cultivo de otros cereales como trigo o maíz, lo que impide el agotamiento de nutrientes típico del monocultivo (Bernal, 2014).

Los factores que influyen en su singular originalidad y calidad son principalmente dos: por una parte, su medio natural, un área montañosa y soleada con una altitud media de 450 metros sobre el nivel del mar, la fértil vega de limo que se abre entre las montañas y las aguas limpias que, sin estancamientos, riegan el coto al paso del río Segura; por otro lado, los métodos tradicionales que los agricultores emplean desde tiempo inmemorial (preparación de la tierra, siembra, escardas y recolección).

No se cultiva en aguas estancadas, sino que mediante compuertas creadas para tal fin se extraen del río para ir inundando las cajas (parcelas cultivadas con arroz separadas físicamente por un pequeño linde) que se hallan a distinto nivel unas de otras y comunicadas entre sí, de manera que secrea una corriente renovadora, manteniendo constante la altura de agua en las cajas.

La siembra se realiza con semillas hidratadas, para evitar que floten, esparciéndose a voleo sobre las cajas inundadas, que previamente han sido acondicionadas y nutridas. Las variedades cultivadas son balilla X sollana y bomba, adaptadas a las especiales características del entorno (Bernal, 2014).

Con respecto al patrimonio cultural, en el área de influencia del Cañón de Almadenes, perduran las huellas de los primeros pobladores de la Región de Murcia (tabla 6), en forma de pinturas rupestres o restos de cerámica, herramientas y útiles en la cueva-sima de la Serreta, abrigo de los Monigotes (abrigos del Pozo), cueva y surgencia de las Enredaderas, abrigo de las Escalerillas, abrigos del Laberinto, cueva del Arco o cueva de los Pucheros (PORN, 2014).

Tabla 6. Bienes de interés cultural.

<b>Término municipal</b>	<b>Denominación</b>	<b>Identificación</b>
Calasparra	Abrigo del Pozo (Los Monigotes)	13049
	Embalse Alfonso XIII	13048
Cieza	Abrigo del Paso	19061
	Los Rumíes. Conjunto de arte rupestre	19063
	Cueva-Sima de la Serreta. Conjunto de arte rupestre	19052
	Abrigo de las Enredaderas	19032
	Cueva de Jorge. Conjunto de arte rupestre	19062

De acuerdo con la Carta Arqueológica de la Región de Murcia, se localizan importantes yacimientos arqueológicos dentro de la Vega Alta del Río Segura (tabla 7).

Tabla 7. Yacimientos arqueológicos y paleontológicos.

<b>Cieza</b>		<b>Calasparra</b>	
<b>Yacimiento</b>	<b>Cultura predominante</b>	<b>Yacimiento</b>	<b>Cultura predominante</b>
Cueva de Jorge	Arte rupestre	La Presa I	Edad del Bronce
Cueva de las Escalerillas		La Presa II	
Cueva de Rumíes		La Presa III	
Cueva del Laberinto		Cuevas del Pozo	Eneolítico
La Serreta		Santuario de la Virgen de la Esperanza	Ibérico
Abrigo de Jorge	Neolítico	Almadenes	Paleolítico medio
Almadenes I	Paleolítico medio	Almadenes II	
Barranco del Gatán			
Fuente del Borbotón	Romano		

Finalmente, mencionar el conjunto de manifestaciones de los distintos usos relacionados con el agua (azudes, acequias, etc.), es decir, el patrimonio hidráulico relacionado la cultura del agua, los usos relacionados con el cultivo del arrozal (molinos arroceros) y las edificaciones asociadas al culto religioso, como el Santuario de Nuestra Señora de la Esperanza, en Calasparra que constituyen otros elementos de interés cultural y etnográfico de la Vega Alta del Río Segura.

## 5. Conclusiones

El Convenio de Ramsar es el más antiguo de los modernos acuerdos intergubernamentales sobre medio ambiente, que tiene como objetivo principal la conservación y el uso racional de los humedales, a través de la acción nacional y la cooperación internacional, a fin de contribuir al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.

Hasta el 1 de mayo de 2016 se han adherido un total de 169 países, que tienen 2.240 humedales declarados de Importancia Internacional, de los que 74 se encuentran en España, y de ellos, 3 humedales en la Región de Murcia.

La Vega Alta del Río Segura abarca una 2.500 hectáreas en su mayor parte protegidas que incluye 9 grupos de humedales unidos entre sí por el río Segura y sus afluentes Quípar, Argos, Moratalla y Mundo. El territorio, además de los cauces fluviales, incorpora dos reservas naturales formadas por bosques de ribera, cuatro embalses, unas salinas y los cultivos de arroz.

Cumple con 3 de los 10 criterios establecidos por el Convenio de Ramsar para ser catalogado como Humedal de Importancia internacional, por la presencia 12 especies de vertebrados catalogados como vulnerables o en peligro de extinción en España, de los que uno es un pez, 5 son murciélagos y 6 son aves, a los que hay que añadir la presencia de 2 hábitats considerados como prioritarios en la Unión Europea.

Se han descrito 7 hábitats asociados a ambientes húmedos que se encuentran incluidos en el anexo I de la Directiva Hábitats y que son considerados como importantes para mantener la diversidad biológica.

Posee valores culturales relevantes asociados al funcionamiento ecológico del río Segura, como es el cultivo tradicional de arroz, de gran singularidad, originalidad y calidad, implantado en el siglo XVIII, así como otras manifestaciones de usos tradicionales del agua; también se han descrito bienes de interés cultural, yacimientos arqueológicos y paleontológicos relevantes, y finalmente, edificaciones asociadas al culto religioso en el Santuario de Nuestra Señora de la Esperanza.

## 6. Bibliografía

- Alcaraz, F., Barreña, J.A.; Clemente, C.M., González, J.L.; Ribera, D.; Ríos, S. (2008). *Manual de interpretación de los Hábitats naturales y seminaturales de la Región de Murcia*. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia.
- Bernal, J.A. (2014). Protección agroambiental en Calasparra gracias al arroz. *Desarrollo rural sostenible*, nº 22, 26-27
- Calvo, J.F., Esteve, M.A., López, F. (2000). *Biodiversidad: contribución a su conocimiento y conservación en la Región de Murcia*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Comité de Humedales (2007). *Inclusión de Humedales Españoles en la Lista de Importancia Internacional (Convenio de Ramsar) y Anexo Técnico*. Ministerio de Medio Ambiente de España.
- Conesa, C. (2006). *El Medio Físico de la Región de Murcia*. Murcia. Universidad de Murcia.
- Díez de Revenga, E., Ballesteros, G.A., Castillo, V., Falcó, M.D., García, J.A., Gonzalez, G., Giménez, M., Gómez, R., Picazo, H., Rodier, A., Sánchez, J.M., Torrilla, F. (2003). *Estrategia Regional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica*. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia.
- Doadrio, I. (2002). *Atlas y Libro Rojo de los peces continentales de España*. Ministerio de Medio Ambiente de España.

- López, F (1973). *La Vega Alta del Segura: Clima, Hidrología y Geomorfología*. Universidad de Murcia.
- Madroño, A., González, C., Atienza, J.C. (2004). *Libro Rojo de las aves de España*. Ministerio de Medio Ambiente de España.
- PORN (2014). *Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Vega Alta del Segura*. Documento de Trabajo. Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia.
- Ramsar (2016): *La Convención Ramsar y su misión* [Online] disponible en <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convenci%C3%B3n-de-ramsar-y-su-misi%C3%B3n> [Acedido em 4 de mayo de 2015]
- Robledano, F., Calvo, J.F., Hernández, V. (2006): *Libro Rojo de los Vertebrados de la Región de Murcia*. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- Rodríguez, T. y López, F. (1984). Investigación interdisciplinar sobre las deformaciones recientes en el sector meridional de la Vega Alta del Segura (Murcia). Criterios hidrogeológicos aplicables al estudio de la Neotectónica en el Sureste español. *Primeras Jornadas sobre Neotectónica y su aplicación al Análisis de Riesgos de Emplazamiento Energías Industriales, Energía Nuclear*, nº 149-150, 259-266. Madrid.
- Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Velasco, J., Millán, A. (2004). Áreas prioritarias de conservación en la cuenca del río Segura utilizando los coleópteros acuáticos como indicadores. *Limnetica* 23(3-4): 209-228
- Sánchez, J.A.; Sánchez, M.A.; Calvo, J.F. & Esteve, M.A. (1996). *Ecología de las Aves de Presa de la Región de Murcia*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Murcia.
- Torralva, M., Oliva-Paterna, F.J., Andreu, A., Miñano, P.A. y Verdiell, D. (2002): Atlas de distribución de Peces Epicontinentales de la Región de Murcia. Documento Técnico. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Comunidad Autónoma de Murcia.
- UICN (2009): *Lista Roja de Especies Amenazadas*, versión 1.0 (marzo 2009). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Yelo, D., y Calvo, J.F., (2004). Aproximación a la distribución y estatus de los mamíferos carnívoros en la Región de Murcia. *Galemys* 16 (2), 21-37.



## CONSTRUÇÃO PARTICIPATIVA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO CORREDOR ECOLÓGICO DA QUARTA COLÔNIA, SUL DO BRASIL

S. B. Marcuzzo<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento Multidisciplinar/Unidade Descentralizada de Silveira Martins, Universidade Federal de Santa Maria  
[smarcuzzo@gmail.com](mailto:smarcuzzo@gmail.com)

### Resumo

As práticas agroflorestais dinâmicas trabalham arranjos sequenciais de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas com soluções para sustentabilidade biológica e econômica, aplicados em programas de recuperação de áreas de proteção permanente e formação de corredores de biodiversidade. Este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência da aplicação do diagnóstico rural participativo (DRP) como forma de resgate do conhecimento da comunidade sobre os recursos naturais, e despertar a percepção ambiental sobre sistemas de produção sustentáveis como sistemas agroflorestais nas propriedades localizadas no Corredor Ecológico Quarta Colônia, RS, Brasil. Para tal, foi aplicado como metodologia o mapa falado, ferramenta de análise do Diagnóstico Rural Participativo (DRP). Como resultados foram elaborados quatro diferentes arranjos de sistemas agroflorestais para unidade demonstrativa no Corredor Ecológico. O diagnóstico permitiu o levantamento e a análise do conhecimento coletivo e trabalhar com as percepções das pessoas que residem Corredor Ecológico da Quarta Colônia, Brasil.

**Palavras-chave-** etnobotânica, sustentabilidade, biodiversidade, áreas protegidas, florestas

### 1. Introdução

O conflito entre a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico é um desafio a ser enfrentado neste século. Tradicionalmente, estas duas áreas são consideradas antagônicas, trazendo perspectivas diferentes para o uso da terra. O Brasil possui a maior biodiversidade do planeta, juntamente com a Indonésia, Peru, Colômbia e México e detém 28% do que restam de florestas tropicais no mundo (Joly *et al.*, 2011).

Grande parte destas florestas, em diferentes biomas é destruída para dar lugar a monoculturas de grãos e pecuária, perdendo muitas vezes nesta substituição, valores compatíveis e até mais valiosos encontrados em produtos florestais madeiráveis e não madeiráveis. Espécies de uso múltiplo para construção civil, elaboração de óleos essenciais, com princípios medicinais, entre outros, são alguns dos usos deste potencial econômico ainda pouco explorado (Shimizu, 2007).

Neste contexto, as práticas agroflorestais dinâmicas trabalham sistemas de uso da terra entendidos como arranjos sequenciais de espécies ou de consórcios de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, através dos quais, se busca ao longo do tempo, reproduzir a dinâmica sucessional da vegetação original, sua estrutura e funcionalidade, visando atender demandas



humanas de modo sustentável (Michon, 1998). Os sistemas agroflorestais (SAFs) evidenciam o papel do ambiente natural na manutenção dos agentes biológicos, dos polinizadores de culturas e dos processos ecossistêmicos, como a ciclagem dos nutrientes, tão importantes para a produtividade e sustentabilidade econômica. Estes resultados nos apontam para soluções que compatibilizem sustentabilidade biológica e econômica, além de possibilitar sua utilização em programas de recuperação de áreas de proteção permanente e formação de corredores de biodiversidade.

Podemos citar diversos exemplos bem sucedidos de práticas agroflorestais, realizadas há muito tempo por comunidades ribeirinhas, quilombolas, caiçaras; dentre outros, como indígenas da Amazônia no Peru apresentados por Denevan e Padoch (1987); os Kayapó da bacia do rio Xingu, por Posey (1984) e também as florestas análogas (“Analog Forest”) desenvolvidas por NSRC (NeoSynthesis Research Centre) Sri Lanka pela rede coordenada pela Environment Leasion Centre International em Nairobi, Kenia. Esses sistemas agroflorestais buscam reproduzir a arquitetura e ecologia dos sistemas naturais tendo como foco a identificação e incorporação de biodiversidade (Senayake, 2001).

No Brasil, os SAFS tem espaço consolidado na Amazônia, e situação oposta encontra-se no sul do país, como no caso do Rio Grande do Sul (RS), estado o qual apresenta reduzido conhecimento da aplicação do potencial dos recursos naturais não madeiráveis e socioeconômicos.

Contudo, atendendo uma demanda da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no RS, em dezembro de 2014, foi criado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente do RS, o Corredor Ecológico da Quarta Colônia. Na região o desenho do corredor ecológico é direcionado para conectividade e fluxo genético de organismos em ambiente florestal de Floresta Estacional Decidual em 11 municípios que apresentam remanescentes das florestas de origem atlântica. Esta gestão territorial tem por finalidade difundir conhecimentos e princípios de sustentabilidade ambiental a serem incorporados nas atividades econômicas que ocorrem nessa área por meio da conversão gradativa dos sistemas de produção.

Por sua vez, é o local para intensificar estrategicamente as ações de promoção do ecodesenvolvimento, tais como a implantação de sistemas agroflorestais com espécies nativas, beneficiando de forma diferenciada os moradores da região.

Entretanto, para que o planejamento dessas ações se efetive, é preciso que tenha surgido de um processo participativo, onde os atores se reconhecem como parte ativa e influente, contribuindo para a sua construção. Neste sentido, a utilização de diagnósticos participativos são ferramentas que permitem que as comunidades façam um autoreconhecimento da sua realidade e, assim,

fomentar um desenvolvimento sustentável por meio da obtenção direta de informação primária ou de campo na comunidade (Verdejo, 2006).

Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência da aplicação de ferramentas de diagnóstico rural participativo (DRP) como forma de resgate do conhecimento tradicional da comunidade sobre os recursos naturais, bem como despertar a percepção ambiental e a importância de implantar sistemas de produção sustentáveis como sistemas agroflorestais nas propriedades localizadas no Corredor Ecológico Quarta Colônia, RS, Brasil.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área de estudo

O planejamento para construção participativa de projetos de sistemas agroflorestais e sua implantação foi organizado pela EMATER, órgão estadual extensionista para o meio rural do RS e financiado pelo Banco Mundial via projeto RS Biodiversidade (SEMA/RS). Foram desenvolvidos 155 projetos de SAFs e destes implantados duas unidades demonstrativas (EMATER, 2014) ao longo dos 11 municípios constituintes do Corredor Ecológico da Quarta Colônia, o qual apresenta um território de 55.682,25 ha (Figura 1).

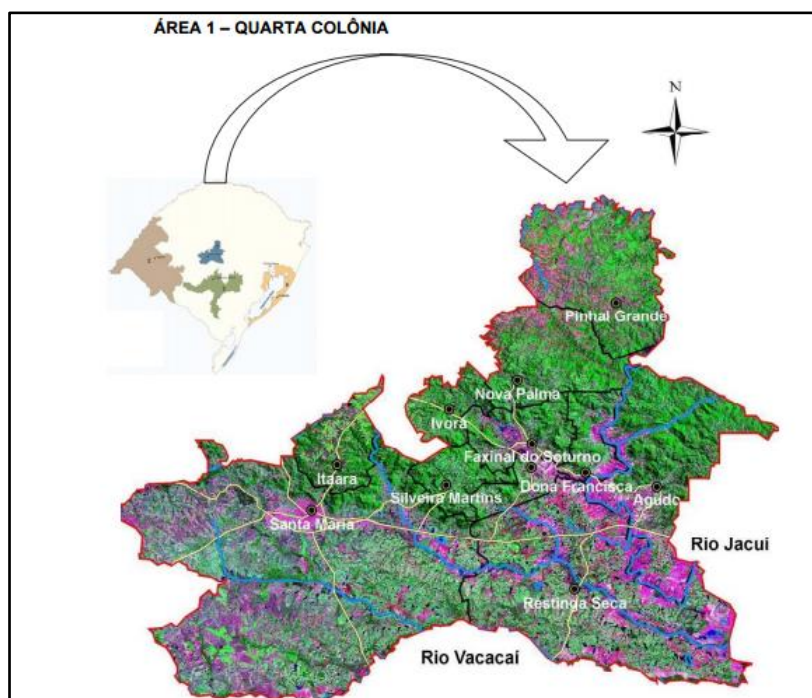


Figura 1- Área da Quarta Colônia no Rio Grande do Sul  
Fonte: Projeto RS-Biodiversidade 2012.

O trabalho buscou avaliar o processo de construção de uma das duas unidades demonstrativas implantadas com SAF, localizada no município de Agudo, RS. O referido município é caracterizado pela intensa atividade agrícola produzida em pequenas propriedades de mão de obra familiar, a qual a principal cultura cultivada é o fumo (*Nicotiana tabacum* L.) entre outras agrícolas temporárias (Bevilacqua et al, 2013).

O solo da região é classificado como Neossolo Litólico e apresenta baixos teores de alumínio trocável (Embrapa, 2006). Segundo a classificação de Köppen, o clima é Subtropical, pertencente à variedade específica Cfa, assim definida por apresentar temperatura média do mês mais frio entre -3° e 18°C (de junho a agosto) e do mês mais quente superior a 22°C (em janeiro) (Nimer, 1990). A vegetação é inerente à região fitogeográfica de Floresta Estacional Subtropical (Schumacher et al., 2011).

A propriedade determinada como unidade demonstrativa apresenta cinco hectares, onde aproximadamente 80% caracterizam-se por floresta secundária em avançado estágio de regeneração (madura), no restante da área é cultivado fumo (*Nicotiana tabacum* L.), milho, feijão e outras leguminosas. Diante deste contexto, o agricultor se disponibilizou a implantar os sistemas agroflorestais para ampliar sua área de produção de uma forma sustentável (Figura 2).



Figura 2- Vista da propriedade unidade demonstrativa

## 2.2. Metodologia

O Diagnóstico Participativo (DRP) funciona de forma que participantes do processo analisem a sua situação e valorizem diferentes opções para melhorá-la. Assim, foi organizado um encontro com grupos focais de comunidades residentes no município que apresentam propriedades com características semelhantes com a unidade demonstrativa (UD) a qual o SAF seria implantado.

Esse encontro foi realizado em dois turnos, sendo o primeiro pela manhã caracterizado por uma visita do grupo para reconhecimento de campo na propriedade da UD. Previamente, havia sido selecionada uma listagem de espécies distribuídas em: arbóreas nativas como o butiá (*Butia eriospatha*), goiaba-serrana (*Acca sellowiana*), louro (*Cordia trichotoma*), caroba (*Jacaranda*

*puberula*), ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*) e palmeira-juçara (*Euterpe edulis*); arbóreas exóticas como o abacate (*Persea americana*), citrus (*Citrus sinensis*), noz-pecã (*Carya ilinoensis*), banana (*Musa* sp) e palmeira-real (*Archontophoenix cunninghamiana*); herbáceas e anuais, maracujá (*Passiflora edulis*) e abóbora (*Cucurbita moschata*). Nesse momento, o grupo informado da listagem de espécies, foi orientado a observar a topografia, posição solar, cultivos e solo para planejar posteriormente a implantação do sistema agroflorestal.

Pela parte da tarde, foi realizada uma oficina com a aplicação da técnica de DRP análise por meio de mapa falado. Os mapas servem para o planejamento, a discussão e a análise da informação visualizada e permitem a participação de todos os membros da comunidade.

Os participantes foram divididos em quatro grupos os quais elaboraram **o mapa de recursos naturais** da propriedade UD, mostrando graficamente os diferentes elementos do uso do espaço no estado atual, enfocando principalmente os recursos naturais e distinguindo as áreas ocupadas pelos habitantes, recursos da flora, zonas de cultivos, construção de infraestrutura social, áreas problemáticas e em conflito, limites, etc. Para tal, foram disponibilizados materiais como folhas grandes de papel pardo, lápis coloridos, pincéis, giz de cera e pedra, sementes, etc.

Por sua vez, a comunidade nesse momento pode identificar as potencialidades e limitações existentes na propriedade quanto aos recursos naturais e depois deste momento, elaborar o **mapa da situação futura** e planejar neste a implantação das espécies utilizadas no SAF.



Figura 3- Fase de diagnóstico no campo e oficina para elaboração do mapa falado.

### 3. Resultados e Discussão

Os quatro grupos elaboraram diferentes arranjos de sistemas agroflorestais em seus mapas de situação atual e futura (Tabela1). Estes arranjos foram apresentados pelos respectivos grupos e discutidos pelos participantes.

Tabela I – Proposta de diferentes arranjos espaciais e de espécies para implantação de sistema agroflorestal em Unidade Demonstrativa, Agudo, RS.

LOCAIS NA PROPRIEDADE	ARRANJOS POR GRUPOS			
	1	2	3	4
Limite com o fragmento florestal	Citrus, abacate, maracujá	Louro, caroba, ipê-roxo	Palmeira-juçara, P. real, caroba	Citrus
Área de estágio inicial em encosta (capoeira)	Louro, caroba, ipê-roxo	Bananeira, anuais	Butiá, anuais Louro, ipê-roxo, goiaba-serrana, gado, azevém	Ipê-roxo, louro, caroba
Potreiro (animais)	Butiá, bananeira, anuais (abóbora, milho)	Citrus, abacate, goiaba-serrana		Butiá, abacate
Área de Preservação (APP - córrego)	Goiaba-serrana, palmeira-juçara	Butiá, palmeira-juçara, maracujá	Bananeira, maracujá	Bananeira, palmeira-juçara
Estrada até a casa	Noz-pecã	Noz-pecã	Noz-pecã	goiaba-serrana
Mato de eucalipto	Palmeira-real	Palmeira-real	Citrus, abacate	maracujá, palmeira-real

O propósito da ferramenta utilizada foi criar uma concepção compartilhada sobre a utilização do espaço e dos recursos. Por sua vez, foi possível observar durante as apresentações, o envolvimento dos participantes e suas contribuições baseadas em experiências vivenciadas em suas propriedades, oriundas também da observação com o ambiente natural onde suas propriedades estão inseridas.

Ainda, neste aspecto, surgiram relatos vinculados ao uso de espécies nativas na região por gerações de antepassados da família na rotina das propriedades, a exemplo do doce de compota de goiaba-serrana, uso das palhas do butiá para confecção de sacolas e chapéus, bem como de outras espécies florestais nativas que não estavam na lista, a exemplo do mamoeiro-do-mato (*Carica quercifolia*), espécie que os imigrantes italianos utilizavam o seu tronco ralado para fazer doces que se assemelhavam a cocada.

Durante as apresentações, foi possível reiterar a importância de conceitos de sustentabilidade, bem como a questão de que os diferentes arranjos propostos ofereciam diferentes níveis de complexidade ao sistema, princípio básico do equilíbrio ecossistêmico, com consequentes benefícios quanto à redução de pragas agrícolas, melhoria do solo pelo maior aporte de matéria orgânica e nutriente bem como a melhoria da qualidade e vazão da água de corpos d'água localizados nas propriedades. Também, se discutiu a importância que as ações de sustentabilidade têm para que o Corredor Ecológico da Quarta Colônia cumpra com seus objetivos, de conectividade de áreas florestais que permitem o fluxo gênico da biodiversidade.

A cada conceito discutido, a comunidade se manifestava participando com exemplos ocorridos na região, tanto positivos como sistemas de produção de rotação de culturas que realizam o manejo do solo, quanto negativos, como retirada de vegetação das margens ciliares dos arroios e

rios para expansão agrícola e suas consequentes perdas de solo. Além de relatos, foi possível observar que os participantes questionaram o uso de suas propriedades e possibilidades de aplicação de SAF e outras espécies de nativas locais em determinadas áreas subutilizadas.

Ao final das apresentações, todas as quatro propostas de arranjos de SAF foram expostas em painéis (figura 4) e os participantes da comunidade definiram o arranjo mais adequado após a visita a campo (fase de diagnóstico) e elaboração e discussão na oficina (fase de planejamento), optando pelo arranjo do grupo dois.

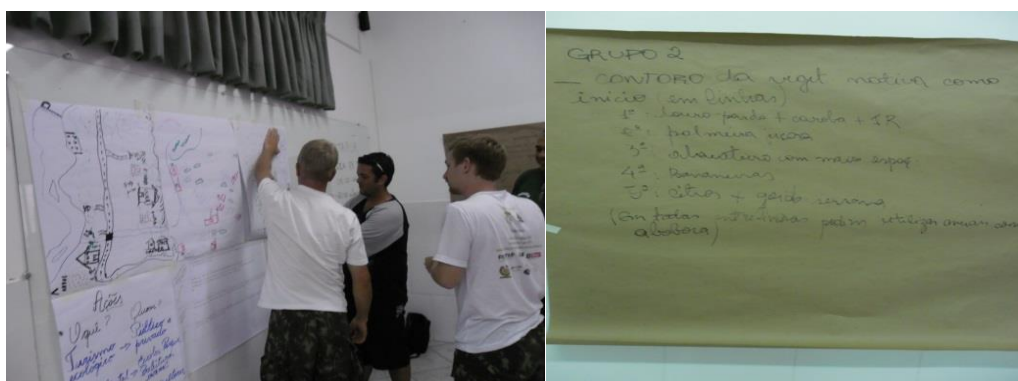


Figura 4 - Apresentação dos arranjos de sistemas agroflorestais pela comunidade

#### 4. Conclusão

A ferramenta de mapa falado do diagnóstico rural participativo mostrou eficiência como forma de resgate do conhecimento da comunidade sobre os recursos naturais, especialmente as espécies nativas florestais da Floresta Estacional Decidual da região central do RS, potenciais para utilização em sistemas agroflorestais.

O diagnóstico permitiu o levantamento e a análise do conhecimento coletivo e trabalhar com as percepções das pessoas que residem no local, bem como desenvolver nas mesmas um sentimento de pertencimento referente à sustentabilidade que é uma das principais ações do Corredor Ecológico da Quarta Colônia, RS, Brasil.

#### 5. Bibliografia

- Bevilacqua, D., Rorato, G.Z., Colusso, I., & Madruga, P. R. (Org.). (2013). *Quarta Colônia: atlas ambiental: mapas-base e temáticos*. Santa Maria: UFSM; Condesus, 96 p.
- Denevan, W.M.; Padoch, C. (1987). Fallow agroforestry in the peruvian Amazon. In: *Advances in Economic Botany*. (pp. 1-107), New York: NYBG.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2006). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 306 p. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA.
- Joly, C. A., Haddad, C. F. B., Verdade, L. M., Oliveira, M. C., Bolzani, V. S., Berlinck, R. G. S. (2011). Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. *Revista USP*, (89), 114-133.

- Michon, G. (1998). Agro-Forests: Incorporating a Forest Vision in Agroforestry. *Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems*. L. Buck, J. P. Lassoie and E. C. M. Fernandes. Boca Raton, FL, Lewis Publishers: 381- 416
- Nimer, E.(1990). Clima. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Geografia do Brasil: Região Sul*. (pp. 151-187). Rio de Janeiro: IBGE.
- Posey, D. (1977). Manejo da floresta secundária, capoeira, campos e cerrados (Kayapó). In: *Suma Etnológica brasileira*. (pp.173-85). Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes/FINEP.
- Senayake, R. (2001). *Forestería análoga: Una alternative a “rozar y simplificar”*. (pp.14-5). LEISA Boletín de ILEIA. Lima, Peru.
- Shimizu, J. Y. (2007). Estratégia complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, (pp.07-35), (54).
- Schumacher, M. V. (2011). *A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional*. Santa Maria: Pallotti, 320 p.
- Verdejo, M. E. (2006). *Diagnóstico Rural Participativo DRP-* Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura Familiar, 26 p.



## ESTUDOS DE PROCESSOS EROSIVOS A PARTIR DO MÉTODO DA ECODINÂMICA NO MUNICÍPIO DE CURAÇÁ – BAHIA - BRASIL

J. J dos Santos<sup>(a)</sup>, W. de J. S. da F. Rocha<sup>(b)</sup>, D. T. M. Souza<sup>(c)</sup>, J. M. Chaves<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup>UEFS, Fapesb

jonathas020@hotmail.com

<sup>(b)</sup>UEFS, PPGM, UEFS

wrocha@uefs.br,

<sup>(c)</sup>UEFS, Geociências Aplicadas – UnB

deorgiasouza@yahoo.com.br

<sup>(d)</sup>UEFS, PPGM, UEFS

joselisa@uefs.br

### Resumo

Esse artigo teve como objetivo realizar uma análise ecodinâmica do município de Curaçá - BA, Brasil, com base na metodologia de classificação das unidades ecodinâmicas propostas por Tricart (1977), em que as unidades da paisagem são caracterizadas como estáveis, *intergrades* e instáveis. A viabilidade do trabalho deu-se mediante o uso de técnicas de geoprocessamento, que contribuíram para auxiliar na geração de um modelo, em que dados de declividade, vegetação, uso e ocupação, litologia e solos foram integrados. A partir da interpretação do mapa gerado, obteve-se como resultado a classificação das unidades de *intergrades*, seguidos por unidades instáveis e estáveis. As unidades instáveis apresentou grande predominância no local, favorecendo a presença de processos erosivos. A classificação das unidades ecodinâmicas de Tricart (1977) associado ao geoprocessamento, trazem como contribuição aos estudos referentes a paisagem do local auxílio para planejamento ambiental.

**Palavras-chave:** Paisagem, Ecodinâmica, Geoprocessamento., Sensoriamento Remoto.

### 1. Introdução

O método da ecodinâmica é uma proposta de Tricart (1977) para o estudo da paisagem que consiste numa perspectiva de análise integrada da paisagem, a partir da caracterização do comportamento da pedogênese em relação morfogênese, para assim classificar a paisagem em unidades, sendo estas: estáveis, instáveis e *intergrade*. As unidades de classificação de Tricart (1977) por buscar o índice de atuação dos processos pedogenéticos e morfogenéticos contribuem à percepção da importância desses processos para a formação da paisagem e uso do solo.

A predominância da pedogênese em relação a morfogênese é o principal indicador para classificar a paisagem como unidade estável. Outros atributos importantes para esta classificação são a predominância da vegetação, baixa declividade, ausência de manifestação vulcânica. A soma destes atributos constitui para Tricart (1977) uma unidade de ambiente em equilíbrio, na qual predominou por longo período de tempo características da bioestasia.



A paisagem classificada em *intergrade*, por sua vez, há inexistência de uma predominância pedológica e morfológica, o que significa que estes processos ocorrem em conjunto. De acordo com Tricart (1977), nestas unidades, o processo morfogénético atua na mesma intensidade que o pedogénico. A evidência da ação colaborativa da relação entre os processos citados, na paisagem, encontra-se na presença de solos com moderada evolução, diferentes graus de declividade entre outras características.

Por fim as unidades instáveis, apresentam alto percentual de ação da morfogênese em relação a pedogênese. O maior percentual de desenvolvimento de relevo em relação ao solo implica no predomínio de uma vegetação pouco densa, declividade acentuada, solos pouco desenvolvidos; processos erosivos atuando em impetuosamente entre outros fatores. De acordo com Christopherson (2012), a erosão é um processo que desloca o material superficial resultante do intemperismo, podendo ser causada naturalmente pelo vento, água, ou gelo. Logo, os agentes da erosão trabalharão com maior facilidade dentro das unidades instáveis.

Nesse contexto de predomínio da morfogênese com processos erosivos atuando veementemente nas unidades instáveis, torna-se necessário um planejamento ambiental para melhor gestão do território. Segundo Tricart (1977), é preciso conhecer as aptidões dos terrenos para as edificações e primordialmente as limitações ali existentes. Sendo assim, este estudo é essencial para melhor conhecer os ambientes estáveis, *intergrades* e instáveis e auxiliar na tomada de decisões territoriais.

O município de Curaçá está situado dentro do sertão nordestino do Brasil, ao norte do Estado da Bahia (Figura 1), as margens do Rio São Francisco. Esta proximidade, permite o manejo do solo para uma agricultura que se sustenta por causa da irrigação, isto porque, a condição climática do local é de clima semiárido e uma vegetação de caatinga. O município está inserido na Mesorregião do Vale São-Francisco da Bahia e da Microrregião de Juazeiro.

Com base nos dados da área, compreende-se que é importante um estudo da paisagem do município, desta forma torna-se necessário a compreensão das dinâmicas ambientais do lugar, quanto para auxiliar o planejamento ambiental do município. Nesse sentido, foi realizado um trabalho de campo no município de Curaçá – BA para que a paisagem fosse observada a partir do método ecodinâmica de Tricart (1997), com a análise integrada da paisagem, logo depois foi realizada a modelagem ambiental.

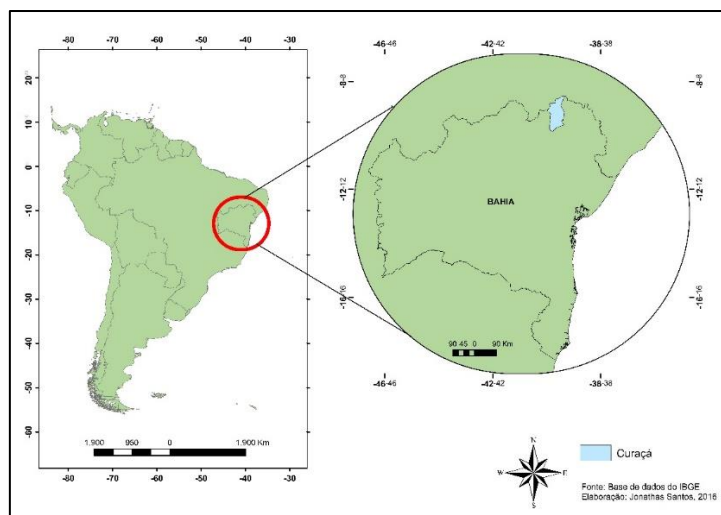


Figura 1 - Localização do município de Curaçá – BA, Brasil.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar uma modelagem ambiental do município de Curaçá-BA na perspectiva de análise ecodinâmica proposta por Tricart (1977), como também nas metodologias de análise da fragilidade de Ross (1993) e de Crepani (2001). A fim de contribuir para maior e melhor conhecimento sobre a ecodinâmica do município e assim auxiliar nas ações de planejamento ambiental com a identificação das áreas de maiores processos erosivos.

## 2. Materiais e Métodos

Para que o estudo fosse realizado com base no método Ecodinâmica de Tricart (1977), também se observou a metodologia da fragilidade dos ambientes naturais de Ross (1993). De acordo com Ross (1993), a análise da fragilidade dos ambientes naturais exige um estudo com levantamento de campo primeiramente, assim gera-se produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, pedologia, uso e cobertura da Terra. Sendo assim, observa-se as aptidões dos terrenos bem como as limitações e interferências ali existentes.

Nesse contexto, com base na metodologia de Tricart (1977) e Ross (1993), foi realizado um levantamento bibliográfico primeiramente, com fontes que retratavam do conceito de ecodinâmica para análise da paisagem, modelagem ambiental. Logo depois, foi realizado um planejamento de campo para o município de Curaçá – BA, com a confecção de mapas de declividade, solo, altitude, NDVI, rodovias, hidrografia, uso e ocupação da terra. Com os mapas e com a ajuda de imagens de satélite de alta resolução do Google Mapas foi possível georreferenciar os pontos de campo.

O critério para a escolha dos pontos foi a visualização da distribuição da cobertura vegetal. Os ambientes que apresentavam maior cobertura da vegetação marcavam-se um ponto em uma

possível área estável, áreas com mediana cobertura vegetal considerava-se um ponto dentro de uma possível área *intergrade*, já as áreas com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, com afloramentos rochosos aplicava a unidade instável de acordo com o método utilizado.

O trabalho de campo foi realizado no município entre os dias 23 a 25 de Outubro de 2015, com um percurso do Norte ao Sul do município de Curaçá – Ba (Figura 2). Nesse contexto, foi realizada a observação, descrição e registro da paisagem do município, constatando-se áreas com predomínio da morfogênese e áreas com predominância da pedogênese.

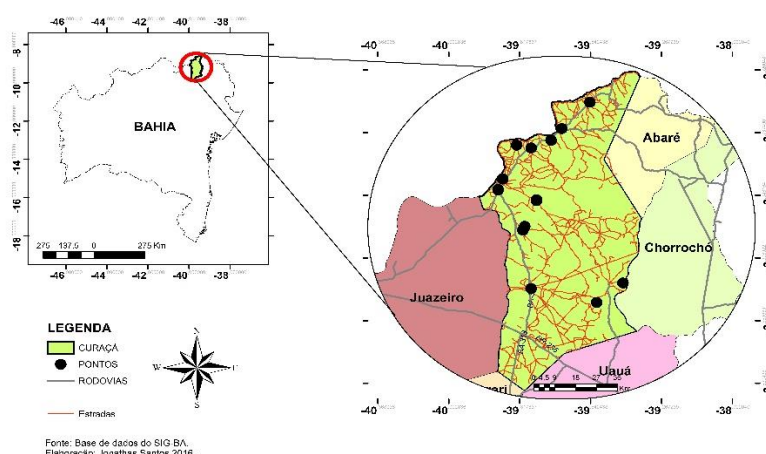


Figura 2 - Pontos do trabalho de campo realizado em Curaçá-Ba.

Com o trabalho de campo realizado foi criado um banco de dados no Sistema de Informações Geográficas – SIG, com mapas de declividade, uso e ocupação da terra, pedologia e litologia. O mapa de declividade foi elaborado como produto do Modelo Digital de Terreno – MDT. Já os dados de uso e ocupação da terra, pedologia e litologia foram extraídos da base de dados do SIG – BA. Nesse contexto, os mapas elaborados foram reclassificados baseado na análise ecodinâmica de Tricart (1977). Para a geração do NDVI utilizou-se um mosaico do Landsat 7 do mês de setembro de 2015, da base de dados do Google Earth Engnime.

Os mapas de declividade, uso e ocupação da terra, NDVI, solo e litológico foram ponderados no SIG com valores de 1 a 3, representando as unidades estáveis, *intergrade* e instáveis, utilizando-se da ferramenta Reclassify (Tabela I). Logo depois, com método Index Overlay do SIG, os mapas de declividade, uso e ocupação da terra, litologia e pedologia foram unidos, distribuindo a porcentagem de 10% para uso e ocupação da terra, 15% para NDVI, 15% para litologia, 30% para declividade e 30% para solo (Tabela II). As maiores porcentagens de ponderação para solo e declividade se deve ao fato destes serem os mais influentes para o desencadeamento de processos erosivos. Nesse contexto, analisou-se cada unidade ecodinâmica do município, verificando em cada uma delas os tipos de solo, uso e ocupação da terra, litologia e declividade.

Tabela 1 - Quadro da ponderação das classes dos mapas. Elaboração: SANTOS (2016)

<b>MAPA</b>	<b>CLASSE</b>	<b>PONDERAÇÃO</b>	<b>UNIDADES</b>
<i>NDVI</i>	<i>0,34 - 0,78</i>	<i>1</i>	<i>Estável</i>
	<i>0,03 - 0,34</i>	<i>2</i>	<i>Intergrade</i>
	<i>-0,5 - 0,03</i>	<i>3</i>	<i>Instável</i>
<i>USO E OCUPAÇÃO DA TERRA</i>	<i>Caatinga Parque</i>	<i>1</i>	<i>Estável</i>
	<i>Caatinga Arb/Arbu</i>	<i>2</i>	<i>Intergrade</i>
	<i>Agricultura, Pecuária, Área Urbana</i>	<i>3</i>	<i>Instável</i>
<i>LITOLOGIA</i>	<i>Sedimentos aluvionares, Areia, Argila, Sedimentos detrítico-lateríticos</i>	<i>1</i>	<i>Estável</i>
	<i>Calcilito, Anfíbolito</i>	<i>2</i>	<i>Intergrade</i>
	<i>Gabroide, Ardósia, Quartzito, Ortognaisse, Kinzigito</i>	<i>3</i>	<i>Instável</i>
<i>DECLIVIDADE</i>	<i>0 - 3,6</i>	<i>1</i>	<i>Estável</i>
	<i>0 - 42</i>	<i>2</i>	<i>Intergrade</i>
	<i>11 - 42</i>	<i>3</i>	<i>Instável</i>
<i>SOLO</i>	<i>Argissolos, Luvisolos, Latossolos</i>	<i>1</i>	<i>Estável</i>
	<i>Cambissolos, Vertissolos</i>	<i>2</i>	<i>Intergrade</i>
	<i>Neossolos Litólicos, Planossolos, Neossolos Regolíticos</i>	<i>3</i>	<i>Instável</i>

Tabela 2. Dados de ponderação da Modelagem Ambiental.

<b>MAPA</b>	<b>PONDERAÇÃO (%)</b>
<i>USO E OCUPAÇÃO DA TERRA</i>	<i>10%</i>
<i>NDVI</i>	<i>15%</i>
<i>LITOLOGIA</i>	<i>15%</i>
<i>DECLIVIDADE</i>	<i>30%</i>
<i>SOLO</i>	<i>30%</i>

### 3. Resultados e Discussão

Com a sistematização de todos os mapas (Figuras 3 a 7) foi possível criar uma modelagem das unidades ecodinâmicas do município de Curaçá – BA (Figura 8). Nesse contexto, demonstra-se as áreas das unidades estáveis, *intergrades* e instáveis. Verifica-se que a declividade e o solo foram os principais fatores de influência no resultado da modelagem. De acordo com Lima (2010), a declividade se destaca como um fator responsável pelas perdas de solos.

Logo, a declividade e o solo observadas na região são as principais responsáveis pela predominância das unidades instáveis e *intergrades* que se localizam sobretudo na porção central e Norte e Sul do município de Curaçá. Nesse contexto, com a predominância dessas unidades no resultado da modelagem e com o trabalho de campo realizado, constata-se que se trata de uma região com grades processos erosivos, com grandes deslocamentos de material desagregado principalmente no período chuvoso, o que requer ações de planejamento ambiental para melhores tomadas de decisões no município.

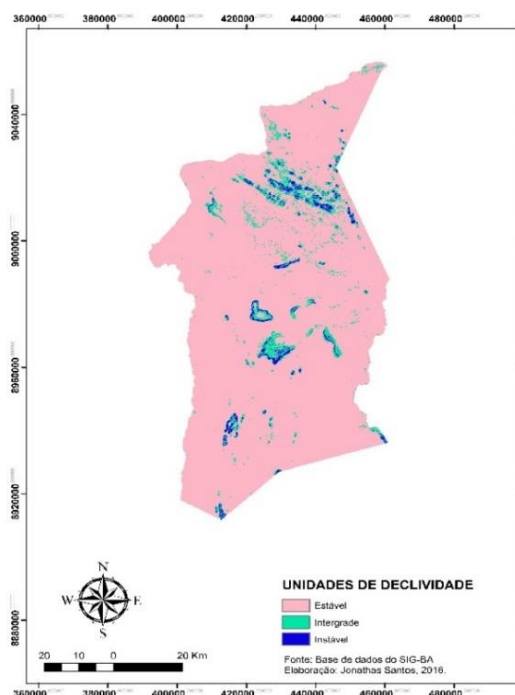


Figura 3 - Unidades ecodinâmicas de declividade em Curaçá-BA

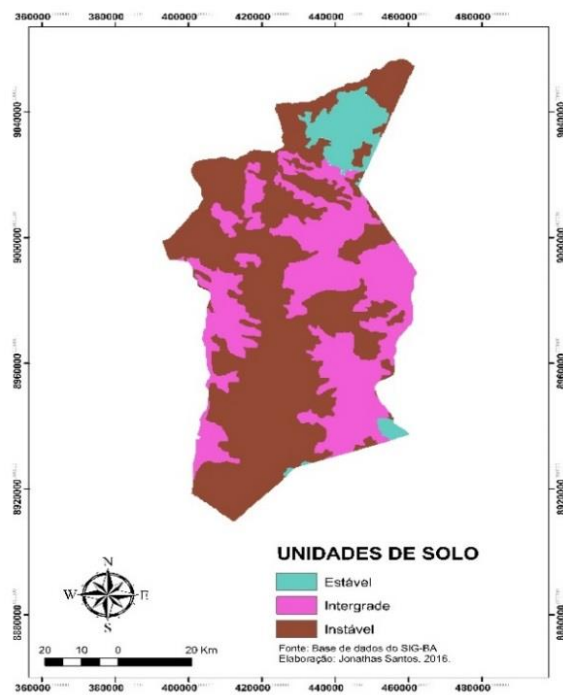


Figura 4. Unidades ecodinâmicas de solo em Curaçá-BA

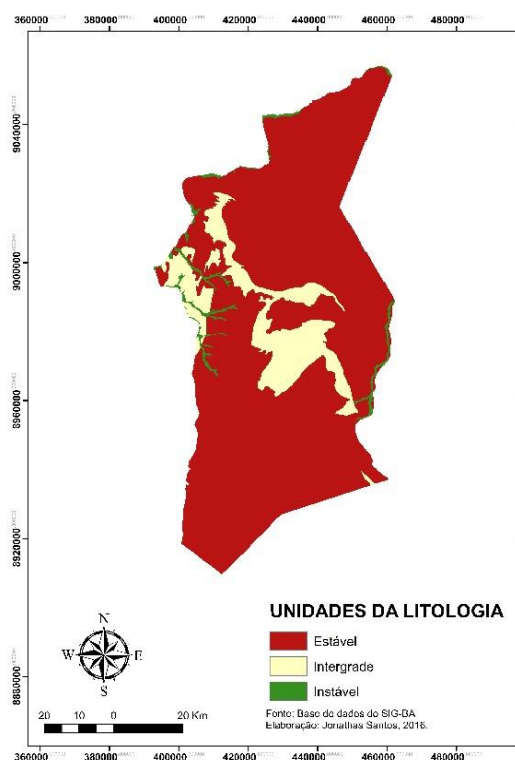


Figura 5. Unidades Ecodinâmicas da Litologia em Curaçá-BA.

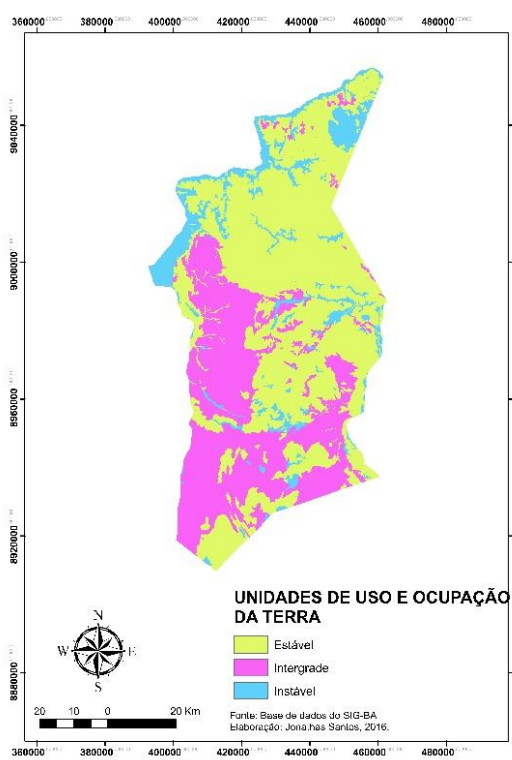


Figura 6. Unidades Ecodinâmicas do uso e ocupação da terra em Curaçá-BA

As unidades estáveis é a de média predominância em Curaçá, com maior presença na porção central, Leste e Norte do município e uma grande parte ao Norte (Figura 8). Observa-se que na

região Norte concentram-se perímetros irrigados com proximidade ao Rio São Francisco, apresentando em algumas áreas um alto NDVI (Figura 7) com valores de (0,34 - 0,78), com a presença de solos como Argissolos. De acordo com a Embrapa (2006), os Argissolos são solos medianamente profundos, que possuem acúmulo de argila em profundidade resultante do deslocamento de argila da parte mais superficial do solo. Nesse contexto, observa-se que as classes de solos presente nessa região são solos medianamente profundos a profundos, evidenciando um maior processo pedogenético. Também nessa região observa-se com uso e cobertura da terra a vegetação caatinga parque. Verifica-se que a declividade nessas regiões é pouco acentuada (0-3,6), fato evidenciado nas unidades ecodinâmicas de declividade (Figura 3). Já, as litologias predominantes são de rochas ígneas e metamórficas como Gabroide, Ardósia, Quartzito, Ortognaisse, Kinzigito.

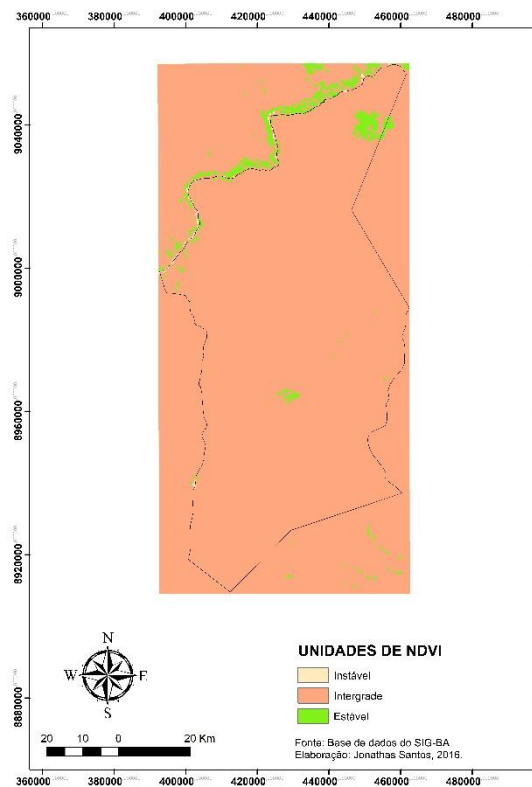


Figura 7. Unidades ecodinâmicas de NDVI em Curaçá-BR.

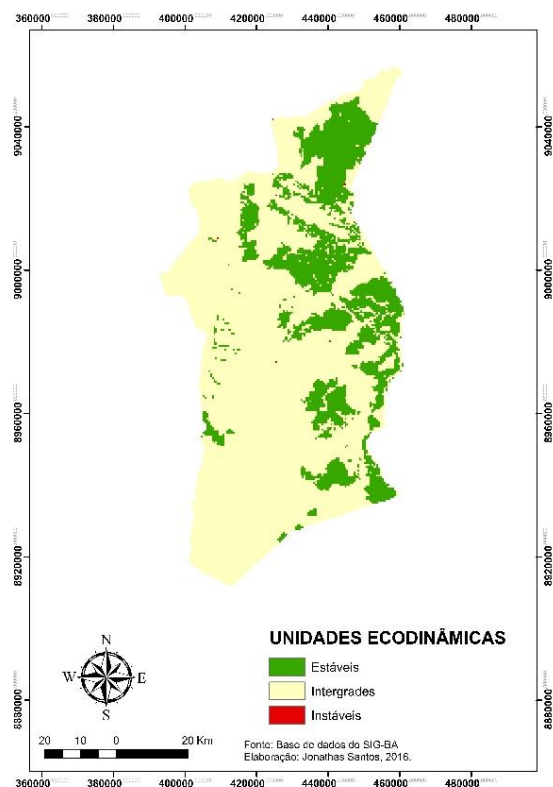


Figura 8. Resultado final da modelagem das unidades ecodinâmicas de Curaçá-BR.

Sendo assim, com solos profundos, menor declividade, maior vegetação e estrutura geológica predominantemente de rochas sedimentares, os processos pedogenéticos são mais acelerados que os processos morfogenéticos, contribuindo para um ambiente estável e com menores processos erosivos (Figura 10). Logo existe um favorecimento para o crescimento da cobertura vegetal, garantindo maior proteção ao solo contra os processos erosivos, não significando,

portanto, que dentro dessas unidades não ocorrem processos erosivos, entretanto os processos são menores comparados aos processos erosivos das unidades *intergrades* e instáveis.

As unidades *intergrade* são as de maior predominância no município, estando presente em todas as regiões do município (Figura 8). Grande parte dos pontos do trabalho de campo foi realizado dentro desta unidade, muitos deles localizados na porção oeste do município de Curaçá (Figura 2). Constata-se que em algumas áreas a classe de solos são de Cambissolos, Vertissolos e Luvisolos. Os Luvisolos também se concentram na porção Leste e Oeste do município de Curaçá, sendo significativos para a modelagem das unidades *intergrades*.

De acordo com a Embrapa (2006), os Vertissolos apresentam o horizonte vértico constituídos por material mineral variando de pouco profundos a profundos. De acordo com a Embrapa (2006), os Luvisolos são solos rasos a pouco profundos, possuindo no seu horizonte B concentração de argila decorrentes de processos de iluviação. Já o uso e ocupação da terra é marcado por maior presença da Caatinga Parque qual está presente em grande parte da porção oeste do município, favorecendo também as unidades ecodinâmicas do uso e cobertura de Curaçá (Figura 6), área também de grande predominância de médio NDVI (Figura 7) e valores de  $(0,03 - 0,34)$ , com a declividade com variação de valores  $(0 - 42)$ , com a Litologia com a presença de rochas sedimentares e metamórficas que sofreram metamorfismo de médio grau.

Assim, com a presença de solos poucos profundos a profundos, variações da declividade, com a presença de material litológico com diferentes resistências, incluindo material sedimentar que favorece a erosão em períodos chuvosos, e material metamórfico favorecendo a termoclastia em períodos secos, variações da distribuição da cobertura vegetal, observa-se um “equilíbrio” entre a pedogênese e morfogênese que atuam em conjunto na paisagem, favorecendo também aos processos erosivos, sendo essa grande unidade no município uma área de “equilíbrio” (Figura 9).

As unidades instáveis são de menor predominância concentrando-se sobretudo na porção Central, Norte e Sul de Curaçá (Figura 10), com alguns pontos localizados. Estando localizada essa unidade nas áreas de maiores declividades (Figura 3), com os valores  $(11-42)$ . Observa-se que dentro dessas unidades ecodinâmicas verifica-se que se encontram em áreas de Planossolos, Neossolos Litólicos e Neossolos regolíticos, caracterizados por baixa profundidade e poucos horizontes. De acordo com a Embrapa (2006), os Planossolos ocorrem em áreas de cotas baixas, com relevo plano ou levemente ondulado, com pouca profundidade e o primeiro horizonte apresentando cores claras também com o característico horizonte B plânico. Segundo a Embrapa (2006), os Neossolos Litólicos e Regolíticos possuem baixa intensidade de processos pedogenéticos, apresentando espessura de no máximo 50 cm de profundidade, constituídos de



materiais minerais ou orgânicos. Já a vegetação está relacionada a agricultura, pecuária e área urbana.

Constata-se que o município de Curaçá está localizado no semiárido, com grandes amplitudes térmicas diárias, de acordo com Guerra (1994), as variações de temperaturas diárias podem ocasionar a meteorização das rochas. Logo, os processos erosivos nessas unidades instáveis também são intensos contribuindo assim para um ambiente altamente resistático, com afloramentos rochosos e maior participação do intemperismo físico. Nesse contexto, verifica-se que a morfogênese nessas áreas é maior que pedogênese, sendo declividade e o tipo de solo os fatores fundamentais para a predominância da morfogênese (Figura 11).



Figura 9 - Unidade Instável em campo.

Foto: ROCHA (2015).



Figura 10. Unidade Estável em campo.

Foto: ROCHA (2015).



Figura 11. Unidade *Intergrade* em campo.

Foto: ROCHA (2015).



#### 4. Considerações Finais

A partir do método da Ecodinâmica de Tricart (1977), associada as técnicas de geoprocessamento, tem-se subsídio para entre outros fins, o planejamentos de uso da terra, potencialidades produtivas. O município de Curaçá-BA tem mediana parte da paisagem classificada nas unidades estáveis, ou seja, numa parcela relativamente média da área há predomínio da pedogênese em relação a morfogênese.

Na outra parcela, essa por vez sua maior, a atuação destes processos de morfogênese e pedogênese, ocorrem em conjunto, o que significa que não existe um predomínio de um processo sobre o outro, o que caracteriza perfeitamente a unidade *intergrade*. A classificação das unidades ecodinâmicas em instável e *intergrade* são fatores o que permitem observar a maior presença de processos erosivos nessa região. Nesse contexto, este estudo pode auxiliar em ações de planejamento ambiental.

A análise da paisagem a partir do método da ecodinâmica juntamente com a técnica de geoprocessamento constituem-se como importantes ferramentas de estudo do meio por desenvolver um trabalho pautado na análise integrada dos elementos da paisagem. O município de Curaçá é uma localidade pouco contemplada por estudos acadêmicos. Logo, o presente trabalho consiste numa pequena contribuição científica acerca do conhecimento da paisagem local, fazendo-se necessários estudos ainda mais detalhados, que possibilitem um apoio maior para auxiliar a tomada de ações a favor do local.

#### 5. Bibliografia

- Christopherson, R.W. (2012): Geossistemas – Uma introdução à Geografia Física. Tradução: Francisco Eliseu Aquino ... (et al.). Porto Alegre: Bookman, 7ª edição.
- Crepani, E. et al. (2001): Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos-SP: INPE.
- Embrapa, (2006): Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. Ed. – Rio de Janeiro: Embrapa-SPI.
- Guerra, A. T. (1994): Coletânea de textos geográficos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Lima, J. M. O., Melo, G.C., Rogério C. (2010): Disciplina GCS 104 – conservação do solo e da água. Lavras-MG: UFLM.
- Tricart, J. (1968): As relações entre a morfogênese e a pedogênese. Campinas - SP: Notícia Geomorfológica., vol. 8, n. 15, p. 5-18.
- Tricart. (1977): Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE – SUPREN.
- Ross, J.L.S. (1993): Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, v. 8, p. 63- 74.

# PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO E LEITO MAIOR SAZONAL: BASE GEOMORFOLÓGICA PARA ANÁLISE DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO<sup>1</sup>

P. C. Rocha<sup>(a)</sup>, R. Mourão<sup>(b)</sup>, A. C. Leal<sup>(c)</sup>, R. R. Araújo<sup>(d)</sup>

(a) Departamento de Geografia/FCT/UNESP/PPGG  
pcrocha@fct.unesp.br

(b) UniEvangélica Centro Universitário/PPSTMA  
rildomourao@uol.com.br

(c) Departamento de Geografia/FCT/UNESP/PPGG  
cezar@fct.unesp.br

(d) Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente./FCT/UNESP/PPGG  
reribeiro@fct.unesp.br

## Resumo

Este artigo tem como objetivo discutir o conceito de planície de inundação, subsidiando o entendimento de sua formação e aplicação na definição de áreas de preservação permanente, de acordo com legislação florestal brasileiro. Nesse sentido, serão abordados os processos geomórficos e hidrodinâmicos atuantes na sua construção e evolução, e as principais características associadas ao leito maior sazonal para interpretação da legislação em vigor. Contudo, sua definição depende de análise acurada do meio fluvial, de seu estágio evolutivo natural e de alterações antrópicas que interferem nos processos geodinâmicos. Do ponto de vista legal, há um grande desafio a ser superado para a efetiva proteção das planícies de inundação diante da alteração do Código Florestal Brasileiro, evitando-se sua degradação e o aumento de riscos para a população e atividades antrópicas, notadamente pela redução da proteção aos recursos hídricos e na alteração da regulação dos ciclos biológicos e biogeoquímicos.

**Palavras chave:** Planície de Inundação; Leito Maior Sazonal; Código Florestal Brasileiro; Legislação Ambiental; Geomorfologia Fluvial

## 1. Introdução

Podem ser citadas variadas definições de planícies de inundação, tendo em vista o propósito que se pretende. Topograficamente, a planície de inundação constitui é uma superfície relativamente uniforme adjacente ao rio; hidrologicamente é uma superfície sujeita a uma inundação periódica; geologicamente, é a área do vale fluvial recoberta com materiais depositados pelas cheias; geomorfologicamente, é uma forma de terreno composta de material inconsolidado depositado pelo rio em diferentes épocas; ecologicamente, consiste de um complexo de ecossistemas que se interligam durante as cheias; para o legislador, pode ser delimitada e definida pelo estatuto do uso da terra, ou na identificação de áreas de preservação permanente (APPs), com base no Código Florestal Brasileiro.

---

<sup>1</sup> Trabalho realizado no âmbito do projeto PROCAD “Novas fronteiras no Oeste: relação entre Sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940 -2013)”, com apoio da CAPES.

Neste sentido, desde 1934, quando surgiu, o Código Florestal Brasileiro parte do pressuposto de que a conservação das florestas e dos outros ecossistemas naturais é de interesse da sociedade. São assim importantes na garantia de serviços ambientais básicos como a produção de água, a regulação do ciclo das chuvas e dos recursos hídricos, a proteção da biodiversidade, a polinização, o controle de pragas, o controle do assoreamento dos rios e o equilíbrio do clima. Além disso, é a única lei nacional que controla a ocupação urbana ou agrícola de áreas de risco, sujeitas a inundações e deslizamentos de terra. As APPs, correspondem a margens de rios, cursos d'água, nascentes, lagos, lagoas e reservatórios, topos de morros e encostas com declividade elevada, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, e de proteger o solo e assegurar o bem estar da população humana. São consideradas áreas mais sensíveis e sofrem riscos de erosão do solo, enchentes e deslizamentos. Neste artigo, a análise está focada nos sistemas fluviais (Brasil, 2012).

Do ponto de vista geomorfológico, o qual dá destaque à forma e à gênese, e, portanto, aos processos, o leito maior sazonal de um sistema fluvial geneticamente tem o significado da planície de inundação, que pode estar plenamente constituída ou em construção ou ainda em abandono, considerando a dinâmica evolutiva do sistema a ser considerado.

Quanto aos processos fluviais, a planície de inundação é tomada como uma feição deposicional do vale do rio, associada com um clima particular ou com o regime hidrológico da bacia de drenagem. Os sedimentos são temporariamente estocados na planície durante a rota de fluxo para o vale e, sob condição de equilíbrio durante um período de anos, a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída. Uma alteração nas condições de equilíbrio, em razão de mudanças tectônicas ou no regime hidrológico, incluindo mudanças no aporte de sedimentos e água, pode resultar na alteração da planície de inundação e levar à degradação e formação de um terraço, ou por outro lado levar à agradação (LEOPOLD *et al.*, 1964).

Mudanças na cobertura do solo e degradação nas vertentes contribuem para mudanças na morfologia dos sistemas fluviais e canais aluviais tendem a mudar sua morfologia e as características morfológicas e topográficas de sua planície de inundação mais rapidamente e sucessivamente, conforme as variações no regime hidrológico e aporte de sedimentos, tornando sua análise mais complexa.

Na abordagem do leito maior sazonal (TRICART, 1966; CHRISTOFOLETTI, 1981), o termo está vinculado ao caráter morfológico na sua definição. Neste artigo, serão discutidas as morfologias associadas aos diferentes padrões de canal.

Este artigo tem como objetivo discutir o conceito de planície de inundação, sua gênese e função junto aos sistemas fluviais, subsidiando o entendimento de sua formação e aplicação na

definição de áreas de preservação permanente de acordo com legislação florestal brasileira, para aplicação nos estudos relativos ao projeto PROCAD, notadamente na microrregião de Ceres (Goiás, Brasil). Nesse sentido, serão abordados os processos geomórficos e hidrodinâmicos atuantes na sua construção e evolução, e as principais características associadas ao leito maior sazonal para interpretação da legislação em vigor, em particular com o Código Florestal Brasileiro.

## **2. A Planície de Inundação**

Existe um intenso e dinâmico inter-relacionamento entre os processos que constituem o sistema fluvial e os ajustes sobre a descarga sólida e líquida provenientes das partes de montante, que são responsáveis pela morfologia do canal e esculturação de formas deposicionais, como as planícies de inundação, que deve ser lembrado. Nesse sentido, alguns modelos se destacam pela ênfase dada aos processos deposicionais.

O estágio de margens plenas assinala a descontinuidade entre o sistema canal fluvial e o sistema planície de inundação. Até atingir o estágio de margens plenas, o escoamento das águas processa-se no interior do canal e origina diversas formas topográficas. Ultrapassado o estágio de margens plenas, considerado como sendo igual ao débito de 1,58 anos de intervalo de recorrência, as águas espraiaem-se e há relacionamento diferente entre as variáveis da geometria hidráulica. Embora englobando o canal fluvial, como um subsistema, a planície de inundação não deve ser confundida nem ser caracterizada pelos processos e formas de relevo desenvolvidas no canal fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Várias situações envolvem a construção e evolução das planícies de inundação, e assim por dizer, a construção daquilo que vem a ser o leito maior do rio. Assim, a recorrência da inundação pode ter diferentes intervalos, seja devido às características do regime hidrológico do rio, que por sua vez depende das condicionantes físicas e de cobertura vegetal na bacia de drenagem. Outro fator pode ser importante, principalmente em áreas degradadas, e assim condicionar a recorrência de eventos de transbordamento do rio diz respeito à ordem de grandeza da bacia. Pequenas bacias mantêm os rios com respostas no regime de fluxo mais rápidas a eventos pluviométricos do que grandes bacias, onde as diferenças regionais tendem a amortecer eventos localizados no tempo e no espaço.

Com respeito aos processos deposicionais, Leopold *et al.* (1964) também enfatizaram que os dois principais processos responsáveis pela formação da maioria das planícies de inundação de grandes rios conhecidas até então eram a deposição na parte interna das curvas do rio (movimentação lateral do canal e acreção lateral) e a deposição pelos fluxos de transbordamento (acreção vertical).

Chorley *et al.* (1985) acrescentam outro tipo de formação e evolução da planície de inundação e feições correlatas. Além dos modelos de acreção lateral e acreção vertical, a de formação de ilhas e abandono de canais (Figura 1). A acreção lateral ou acreção lateral de barras em pontal é comum em canais meândricos, onde tais canais migram lateralmente retrabalhando sedimentos pré-existent e construindo novas barras em pontal, canais e depósitos de diques marginais, e abandonando braços meândricos, diques e barras de pontal. Uma variada morfologia na planície de inundação pode resultar, algumas com pouca variação de relevo e outras com padrões de curvas bem desenvolvidos.

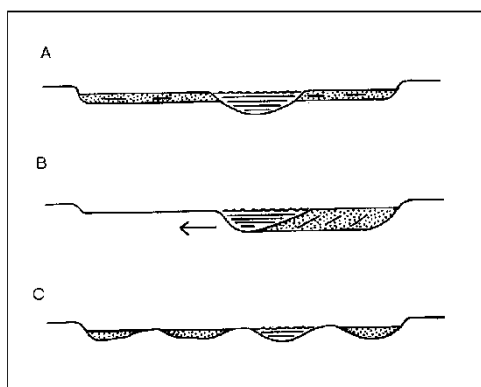


Figura 1 - Três principais tipos de formação de Planícies de Inundação: A- acreção vertical; B- acreção lateral; C- formação de ilhas.  
*Adaptado de Chorley, et al. (1985).*

Durante as inundações a deposição sobre os diques são processos dominantes em canais simples e anastomosados de baixos gradientes e sem energia para migração do canal. Porém, os mais ativos ambientes de acreção vertical ocorrem em ambientes de alta energia (canais) com planícies de inundação arenosas que podem ser destruídas catastróficamente por uma grande cheia, e subseqüentemente reconstruída, predominantemente por depósitos de transbordamento. A formação de ilhas e abandono de canais ou acreção de canais entrelaçados estão associadas com entrelaçamento de canais que acompanham as flutuações de descargas e retrabalhando os sedimentos do leito, construindo barras, onde algumas evoluem para ilhas, colmatando canais, e que depois são incorporados à planície de inundação, que terá contínua deposição por transbordamento e aparência de um rio (GREGORY & WALLING, 1985; CHORLEY *et al.*, 1985; NANSON & CROOKE, 1992). Tais fatos corroboram a complexidade do sistema e necessidade de uma correta descrição quando da aplicação da legislação ambiental, o que conduz a uma necessidade do trabalho de especialistas em geomorfologia e sedimentologia fluvial.

As planícies de inundação usualmente se formam durante um considerável período de tempo e frequentemente refletem processos que são regressivos no tempo, que podem distingui-las

geomorficamente. Durante um período de estabilidade lateral ou baixa taxa de migração do rio, as partes basais ou distais da planície de inundação podem ter herança de um regime de fluxo anterior, enquanto as unidades superiores ou aquelas proximais ao canal em geral representam sedimentos transportados e depositados pelo regime de fluxo atual. Isso resulta numa planície de inundação polifásica, como o produto da variação climática secular ou outra mudança ambiental (nível de base ou uso do solo). Quando fatores antecedentes prevalecem e a planície de inundação reflete o controle do regime hidrológico e sedimentológico de um período anterior (passado), a planície de inundação encontra-se em desequilíbrio passivo persistente (FERGUSSON, 1981 em NANSON & CROKE, 1992).

Tais fatos são importantes no entendimento da construção e evolução do leito maior do rio e a recorrência de sua inundação passa a ser um fator secundário, visto que se a morfologia do leito maior (planície de inundação) foi ou está sendo construída, existe um mecanismo recorrente o suficiente para a sua construção e utilização pelo sistema fluvial. Isto é importante no entendimento evolutivo do sistema.

Do ponto de vista climático, a maior diferença entre planícies de inundação sob um clima úmido daquelas sob clima semiárido é a importância da vegetação. Pobrementemente vegetadas, os sedimentos das planícies de inundação de regiões semiáridas têm menos matéria orgânica e são submetidas a menores perturbações pós-deposicionais por raízes, mas são menos protegidas da erosão e retrabalhamento eólico, que pode produzir uma espessa camada. A distribuição do tamanho e estrutura dos depósitos, e a relativa importância das unidades sedimentares estão bem relacionadas ao tipo (padrão morfológico) do sistema fluvial (PETTS & FOSTER, 1990).

Enquanto o clima é o maior controlador no desenvolvimento da planície de inundação, grandes sistemas fluviais podem apresentar uma discrepância entre as condições hidrológicas da planície de inundação e a hidrologia do rio. Esta pode ser controlada pelo clima em uma bacia de grandes dimensões e pode diferir marcadamente das condições locais que controlam os processos na planície de inundação (COLLINSON, 1986).

A planície de inundação consiste em uma feição deposicional do vale do rio, associada com um regime climático ou hidrológico e sedimentar particular da bacia de drenagem. Os sedimentos são temporariamente estocados na planície de inundação ao longo do vale e, sob uma condição de equilíbrio sem aumento ou diminuição por um longo tempo (anos), onde a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída. Porém, uma alteração das condicionantes do equilíbrio, através de processos tectônicos ou por mudanças no regime hidrológico (natural ou antropogênica – *grifo nosso*), incluindo mudanças no aporte de sedimentos e de água, poderá resultar na alteração da planície de inundação e à degradação (erosão) e formação de terraço, ou por outro lado, levar à aggradação (LEOPOLD *et al.*, 1964) e contínua mobilização do material.

Assim, em condições de degradação na bacia, geralmente causadas por atividades antrópicas, estas modificações podem ocorrer ou estarem ocorrendo e um maior cuidado deve ser tomado na identificação do leito maior sazonal, pois os sistemas fluviais necessitam de um certo tempo para se estabilizarem, ou seja, uma planície pode estar sendo construída devido ao assoreamento do canal, mas, contudo, o sistema ainda não finalizou o processo de esculturação do seu leito maior. Nestas condições o monitoramento do sistema deve ser tomado em consideração para a correta classificação do sistema fluvial e aplicação correta da legislação pertinente quanto à constituição da APP.

A despeito de um substancial número de estudos de casos individuais nas décadas passadas, tais estudos não se direcionaram para uma tentativa de classificação compreensiva das planícies de inundação. Ao contrário, considerável atenção tem sido dada para a classificação dos padrões de canal enfocando critérios baseados na planimetria e/ou nos processos (LEOPOLD & WOLMAN, 1957; POPOV, 1964; SCHUMM, 1968; BROTHERTON, 1979; FERGUSON, 1981, 1987; CARSON, 1984, EM NANSON & CROOKE, 1992). Petts & Foster (1990) no entanto, categorizaram planícies de inundação em três tipos básicos: aquelas formadas por rios meandantes, entrelaçados e anastomosados, evidenciando um caráter morfológico em tal categorização, caracterizando a morfologia do rio como elemento de classificação.

A respeito do comportamento do sistema e possíveis mudanças morfológicas que levam à degradação (erosão) ou agradação (assoreamento), importante se torna entender a relação de entrada de matéria e energia no sistema fluvial e como as mudanças nestas variáveis conduzem estas mudanças. Obviamente, tanto a água e o transporte de sedimentos são muito importantes para o entendimento da morfologia do canal, e um simples diagrama pode ilustrar o fato (figura 2). A balança de Lane apresenta como o gradiente do canal  $S$  é relacionado à carga sedimentar  $L$  (p.ex. capacidade) e tamanho do sedimento  $D_{50}$ , assim como a descarga média de água  $Q$ , como segue:

$$L D_{50} \propto S Q$$

Sendo que a declividade ou o gradiente são diretamente relacionado à carga sedimentar e inversamente relacionado com a descarga, assim:

$$S \propto (L D_{50} / Q)$$

Tanto a agradação ou a degradação refletem uma mudança nessas variáveis, assim como a declividade é ajustada às condições de alteração (CHORLEY *et al.*, 1985). O progressivo entalhamento de um canal aluvial, seja devido à alteração hidrológica ou tectônica, pode levar ao abandono da planície de inundação. Tais depósitos passarão então ao estágio de terraço fluvial, em nível topográfico superior, e uma nova construção em fase com o novo padrão hidrológico tenderá a ser desenvolvida – a nova planície de inundação - cujos processos de

esculturação estarão associados com a disponibilidade de sedimentos, com as descargas do rio e com a recorrência do importante estágio de margens plenas.

Entretanto, em canais de leito móvel, é muito provável que os eventos de alta magnitude (grandes cheias) tenham grande influência na morfologia do canal, no posicionamento do talvegue e na posição das áreas erosivas e deposicionais (FERNANDEZ & SOUZA FILHO, 1995; SOUZA FILHO & STEVAUX, 1997; SOUZA FILHO *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2001; ROCHA *et al.*, 2001; ROCHA, 2009), e podem estar relacionados com o grau de estabilidade do rio.

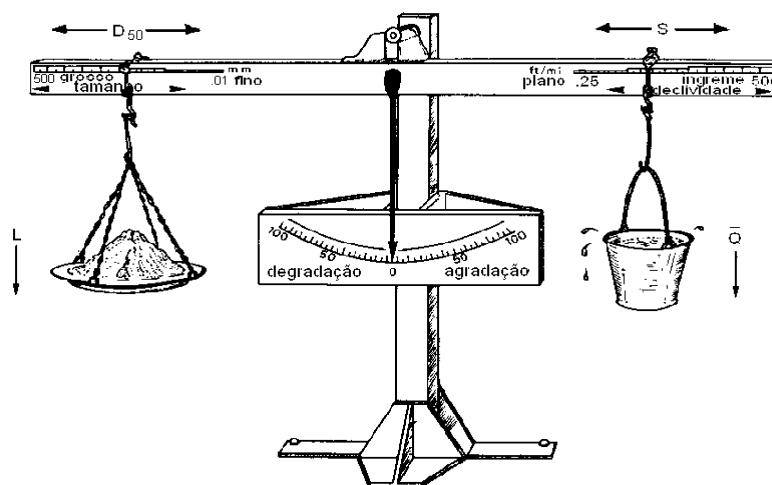


Figura 2 - Esquema da balança da estabilidade do canal  $L \times D_{50} \propto S \times Q$ . adaptado de Chorley *et al.* (1985). L: carga sedimentar;  $D_{50}$ : diâmetro das partículas; S: declividade; Q: vazão.

### 3. A Legislação e o Significado do Leito Maior Sazonal

A criação do Código Florestal Brasileiro teve sua origem há mais de 80 anos, com o Decreto número 23.793/1934. A Lei 4.771/1965 atualizou questões importantes relativas à proteção das florestas e demais vegetações nativas, definindo o que são Áreas de Preservação Permanente (APPs) e sua importância para a preservação dos recursos naturais, sobretudo da proteção dos recursos hídricos (Quadro 1). Posteriormente, esta Lei sofreu ainda mudanças com a Lei 7.803/89 e com a Medida Provisória 1956 de 26 de maio de 2000. Recentemente, o Código Florestal foi alterado, estando em vigência a lei 12.651/2012, alterada pela Lei 12727/2012, que estabelece, em seu Artigo 1º, normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos”.

Para efeito dessa Lei, a Área de Preservação Permanente – APP é a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem,



a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Quadro 1 - Histórico do Código Florestal Brasileiro

Os Códigos ao longo do tempo	Princípio Norteador
Primeiro Código Florestal de 1934	Surgiu como forma de regradar a expansão da economia agrícola para as áreas de florestas estimulada pelo desenvolvimento do Governo Vargas e com a finalidade de proteger as Unidades de Conservação
Segundo Código Florestal de 1965	Surgiu como forma de controlar minimamente o desmatamento quando o governo da ditadura montou um grande programa de colonização da Amazônia como forma de esvaziar a luta pela Reforma Agrária no início dos anos 60
Atual Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651/12	visa garantir o direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Entre as principais mudanças que ensejaram controvérsias sobre o assunto estão: a ampliação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), as alterações no âmbito da Reserva Legal (RL) e a concessão de Anistia

No Código Florestal anterior, apontava-se que as dimensões das Áreas de Proteção Permanente (APPs) deveriam ser tomadas a partir do nível mais alto do rio, com recorrência sazonal. Esse nível foi definido em resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) tomando-se o mesmo como o leito maior sazonal. Assim, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 004, de 18 de setembro de 1985, define-se como leito maior sazonal a calha alargada ou maior de um rio, ocupada nos períodos anuais de cheia (figura 3). Contudo, sua definição depende de análise acurada do meio fluvial, de seu estágio evolutivo natural, do regime hidrológico do rio, do aporte de sedimentos e de alterações antrópicas que interferem nos processos geodinâmicos.

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 303/2002, que, estabelece parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente, estas, dentre outros tipos, deveriam ser definidas em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com larguras mínimas variáveis, de acordo com a largura do leito maior sazonal, considerando a seguinte definição:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente (Artigo 2º, item, I).

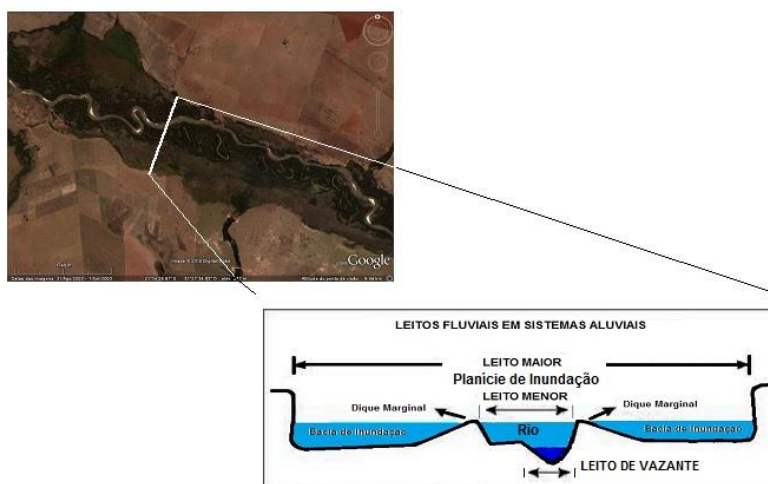


Figura 3 - Esquema mostrando o leito maior, de inundação periódica, também referido como leito maior sazonal, tipicamente de ocorrência em sistemas fluviais aluviais. Adaptado de Tricart (1966).

Desse modo, dependendo da morfologia do sistema fluvial, variadas situações podem ocorrer e o sistema pode apresentar vários níveis topográficos que representam a área alagada em função do volume de água que passa no rio (Quadro 2, figura 4), e que são conceituadas na legislação brasileira. Contudo, as planícies de inundação em fase com o rio apresentam inundação condicionada ao clima, inundação sazonal, intervalo maior que 1,58 anos de recorrência do estágio de margens plenas.

Quadro 2 - Definições legais no contexto geomorfológico (Fonte: Resolução CONAMA N° 303/2002)

Tipos de Leito	Definições
Leito menor	Leito encaixado entre as margens geralmente bem definidas. O escoamento das águas nesse leito tem a frequência suficiente para impedir o crescimento da vegetação.
Leito de vazante	Está incluído no leito menor e é utilizado para o escoamento das águas baixas. Constantemente ele serpenteia entre as margens do leito menor, acompanhando o talvegue da calha fluvial
Leito maior periódico ou sazonal	Consiste na área regularmente ocupada pelas cheias, pelo menos uma vez a cada ano.
Leito maior excepcional	Área das margens ocupadas por cheias mais elevadas, as enchentes. É submerso em intervalos irregulares, mas, por definição, nem todos os anos.
Terraços	São áreas situadas em posição elevada em relação ao curso d'água atual, não sendo recoberto nem mesmo nos períodos de maiores enchentes. Consistem em paleovales fluviais abandonados pelo entalhamento do talvegue.

Estas áreas constituem a maior fonte de conflitos em APP's. As principais áreas com restrições ambientais e de diversidade de variáveis que influenciam as funções ambientais.

Em relação às várzeas, há modificações importantes e que tem gerado conflitos sobre sua efetividade para a proteção ambiental, tendo em vista que pelas definições adotadas na

legislação anterior, as planícies de inundação ficavam protegidas por APP's, que tinham seu início a partir do leito maior sazonal dos cursos d'água.

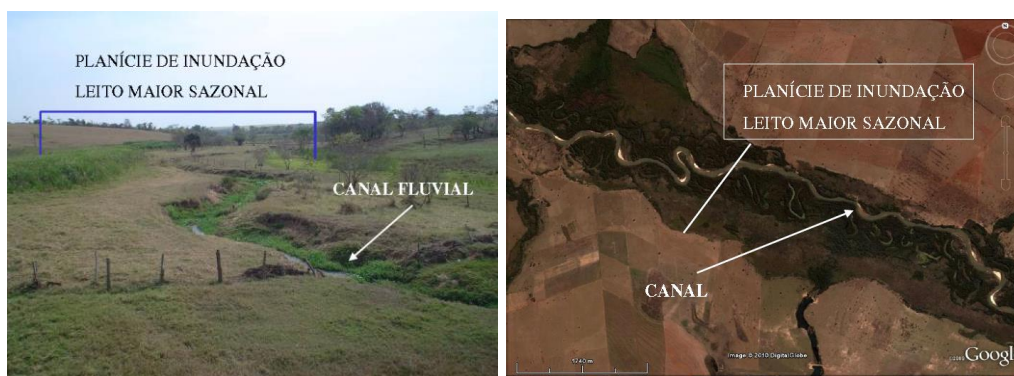


Figura 4. Contexto ilustrativo de diferentes escalas e situações ambientais das planícies de inundação e leito maior sazonal.

Na Lei 12.651/2012, considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, dentre outras: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (Tabela 1).

Tabela 1 - Dimensões fluviais e Área de Proservação Permanente no novo código florestal.

RIOS MENOS QUE 10 M	30 m
RIOS ENTRE 10 M E 50 M	50 m
RIOS ENTRE 50 M E 200 M	100 m
RIOS ENTRE 200 M E 600 M	200 m
RIOS COM LARGURA IGUAL OU MAIOR QUE 600 M	500 m
NASCENTES E OLHOS D'ÁGUA	Raio de 50 m
LAGOAS E LAGOS NATURAIS EM ZONA URBANA	30 m
LAGOAS E LAGOS NATURAIS EM ZONA RURAL	100 m, exceto para corpos d'água com até 20 ha, cujas faixas serão de 50 m
RESERVATÓRIOS ARTIFICIAIS	Faixa definida na Licença do empreendimento, exceto em casos que não decorram de barramento ou represamento
MANGUEZAIS	Protegidos em toda a sua extensão
RESTINGAS	Protegidas

A mudança significativa está na definição dos limites das APPs a partir do leito regular, assim definido, no Artigo 3º, item XIX - leito regular: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano. Para além desta grave situação, a Lei 12.651/2012 traz a possibilidade de criação de “áreas de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades: (...) III - proteger várzeas; e (...) IX - proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional (Artigo 6º). Estas estão assim definidas no corpo da Lei: Artigo 3º - XXI - várzea de inundação ou planície de inundação: áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas; e XXV - áreas úmidas: pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação;

Entretanto, como aponta a ABES-SP (2012), “para APP de cursos d'água foram mantidas as mesmas dimensões da lei anterior, no entanto, são contabilizadas da borda da calha do leito regular e não do seu nível mais alto. Fica assim reduzida drasticamente a proteção dos cursos d'água, pois a faixa ao longo dos mesmos é locada no que se entende ser o próprio corpo d'água, uma vez que o leito maior sazonal nada mais é do que o local onde as águas extravasam no período de cheias, correspondentes às planícies de inundação, também conhecidas como várzeas. As várzeas, situadas no leito maior sazonal, ficaram muito vulneráveis, pois parte delas corresponde à APP, ficando o restante sem nenhum tipo de proteção”.

Segundo Tundisi & Tundisi (2010), se houver perda das áreas alagadas, haverá um comprometimento de ampla gama de serviços ambientais, como: a recarga dos aquíferos fica comprometida; • perde-se biodiversidade de plantas e animais; aumentam as forças erosivas e o transporte de sedimentos comprometendo rios, lagos e represas; e aumenta a mortalidade de peixes devido à descarga de material em suspensão em grandes quantidades interferindo no ciclo do oxigênio e reduzindo a conservação de oxigênio dissolvido na água.

#### **4. Considerações Finais**

A origem das planícies de inundação está diretamente relacionada com o ajuste entre a energia do sistema fluvial, dada pelas variáveis da geometria hidráulica num trecho do canal, e a carga e calibre do material detrítico proveniente das encostas, intimamente relacionado com as litologias e o clima na bacia. Neste ajuste, e na busca do perfil ideal de equilíbrio, a planície de inundação surge como uma forma deposicional, onde os sedimentos são estocados.

Em situação de equilíbrio, o sistema evolui na mesma taxa de ocorrência dos eventos hidrológicos mais importantes, como o débito de margens plenas (aqui mencionado como o débito com recorrência de 1,58 anos).

A geomorfologia, os depósitos e as características hidrodinâmicas, assumem grande importância na estrutura e função dos ecossistemas rio-planície de inundação. Um alto grau de heterogeneidade espaço-temporal nestes ecossistemas promove uma grande riqueza de espécies. Tal riqueza está relacionada diretamente à uma grande diversidade de habitats e ecótonos, cuja dinâmica fluvial originada pela inundação é responsável pelos diferentes estágios sucessionais dos ambientes aquáticos. Esta é a importância e função ecológica no sistema no contexto de uma APP.

Com referência à alternância do regime hidrológico, natural ou antropogênica, e a geomorfologia do sistema, a zona de transição aquático-terrestre se apresenta como ambiente terrestre no período de águas baixas, e como área inundada, no período de águas altas. Nesta zona, assim como nos corpos aquáticos perenes, o pulso de inundação se apresenta como um fator regulador nas relações hidrológicas e bióticas do sistema. Em áreas degradadas, o monitoramento do regime torna-se importante na identificação e classificação da dimensão a ser atribuída e fases do leito com água perante a aplicação da legislação ambiental e código floresta.

Do ponto de vista legal, há um grande desafio a ser superado para a efetiva proteção das planícies de inundação diante da alteração do Código Florestal Brasileiro, evitando-se sua degradação e o aumento de riscos para a população e atividades antrópicas, notadamente pela redução da proteção aos recursos hídricos e na alteração da regulação dos ciclos biológicos e biogeoquímicos.

Neste contexto, acredita-se que estas questões podem ser avaliadas no âmbito do PROCAD, tanto no sentido qualitativo e legal da situação das APPs na região de aplicação do programa, quanto na espacialização das áreas em descumprimento à lei, para efeito da gestão e legalização ambiental.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Brasil) e PROCAD - Programa Nacional de Cooperação Acadêmica pelo apoio financeiro, PROCAD, processo 2980/2014.

### **5. Bibliografia**

- ABES-SP - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (2012). *Código Florestal - Apreciação Atualizada*. São Paulo.
- Allen, J.R.L., (1965). A Review of the Origin and Character of Recent Alluvial Sediments. *Sedimentology*, 5: 89-191.
- Brasil (2012). Novo Código Florestal Brasileiro. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília-DF.
- Brotherton, D.I., (1979). *On the Origin and Characteristics of River Form*. J. Hydraul. Eng., 44: 230.

- Chorley, R.J.; Schumm, S.A. & Sugden, D.E., (1985). *Geomorphology*. Methuen, Inc., New York, 607 p.
- Christofolletti, A. (1981). *Geomorfologia Fluvial*. ed. Edgard Blucher. São Paulo-SP.
- Collinson, J.D., (1986). *Alluvial Sediments. Sedimentary Environment and Facies*. Reading, H:G ed., 2nd ed.
- Comitê Interestadual Da Bacia Paraná-Uruguaí - CIBPU (1964). *Relatório Final*. Brasília-DF.
- CONAMA (1985). Conselho Nacional do Meio Ambiente. MMA, Resolução Nº 004/1985. Brasília-DF.
- CONAMA (2002). Conselho Nacional do Meio Ambiente. MMA, Resolução Nº 303/2002. Brasília-DF.
- Esteves, F.A., (1998). *Considerations on the Ecology of Wetlands, With Emphasis on Brazilian Floodplain Ecosystems*. In: Scarano, F.R. & A.C. Franco (eds.). *Ecophysiological Strategies of Xerophytic and Amphibious Plants in the Neotropics*. Séries Oecologia Brasiliensis, vol IV. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil.
- Fergusson, R.I. & Werritty, A., (1983). *Bar Development and Channel Changes in the Gravelly River Feshie, Scotland*. In: COLLINSON, J.D. and LEWIN, J., *Modern and Ancient Fluvial Systems*. Intern. Assoc. Sedim. Logist. Spec. Public. 6, 181-193.
- Fernandez, O.V.Q. & Souza Filho, E.E. (1995). Efeitos do regime hidrológico sobre a evolução de um conjunto de ilhas no rio Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, ed da UFPR, Curitiba, nº 43, p161-171.
- Gregory, K.J. & Walling, D.E., (1985). *Drainage Basin, Form and Process*. Arnold ed., London.
- Johnson, L.J., Richardson, W.B. & Naimo, T.J., (1995). Past, Present, and Future Concepts in Large River Ecology. *BioScience*, 45. N.3., 134-141 pp.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B. & Sparks, R.E., (1989). *The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems*. In: D.P. Dodge (Ed) *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Public. Fish. Aquat. Sci., 106. 110-127 pp.
- Leeder M.R., (1982). *River Plains*. In: *Sedimentology, Products and Process*. Cap. 15. John Wiley & Sons.
- Leopold, L.B. & Wolman, M.G., (1957). *River Channel Patterns: Braided, Meandering and Straight*. *US Geol. Serv. Prof. Paper*. 282 p.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G. & Miller, J.P., (1964). *Fluvial processes in geomorphology*. Freedman, San Francisco, 319 p.
- Lewin, J., (1978). Floodplain Geomorphology. *Prog. Phys. Geogr.*, 2. 408-437 pp.
- Miall, A.D., (1977). A Review of the Braided-River Depositional Environment. *Earth Science Reviews*, 13. 1-62 pp.
- Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Petersen, R.C.; Cushing, C.E.; Bruns, D.A.; Sedell, J.R. & Vannote, R.L., (1985). Developments in Stream Ecosystem Theory. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42. 1045-1055 pp.
- Nanson, G.C. & Croke, J.C., (1992). A Genetic Classification of Floodplains. *Geomorphology*, 4. Elsevier S.P. Amsterdam. 459-486 Pp.
- Nanson, G.C. & Page, K.J., (1983). Lateral Accretion of Fine Grained Concave Benches on Meandering Rivers. In: J. Collinson & J. Lewin (Ed.), *Modern and Ancient Fluvial Systems*. *Int. Assoc. Sedimentol. Spec. Public.*, 6. 133-145.
- Petts, G.E. & Foster, I., (1990). *Rivers and Landscape*. The Athenaeum Press. 2. Ed., New Castle. Great Britain.
- Rocha, P.C., Santos, M.L. & Comunello, E. (2001), *The Disequilibrium Stage of Upper Parana River Flood System, Southern-Central Brazil*. V REQUI/ I CQPLI, Lisboa, Portugal. Jul/2001. 137 – 140 p.
- Rust, B.R., (1978). *A Classification of Alluvial Channel Systems*. In: A.D. Miall (Editor), *Fluvial Sedimentology*. Can. Soc. Petrol. Geol., Calgary, Mem., 5: 187-198.
- Santos, M.L., Rocha, P.C. & Comunello, E. (2001), *Sistema Fluvial do Rio Paraná (Brasil) em seu Curso Superior: Um Exemplo de Planície Aluvial em Desequilíbrio*. V REQUI/ I CQPLI, Lisboa, Portugal. Jul/2001. 145 – 148 p.

- Schumm, S.A., (1968). River Adjustment to Altered Hydrologic Regimen - Murrumbidgee River and Paleochannels, Australia. *U.S.Geol. Surv. Prof. Pap.*, 598: 65 pp.
- Smith, D.G., (1983). Anastomosed Fluvial Deposits: Modern Exemples From Western Canada. In: J.D.Collinson and J. Lewin (Ed.), Modern and Ancient Fluvial Systems. *Int. Assoc. Sedimentol. Spec. Public.* 6. 155-168.
- Smith, D.G., (1986). Anastomosing River Deposits, Sedimentation Rates and Basin Subsidence, Magdalena River, Northwestern Colombia, South America. *Sed. Geol.*, 46. 177-196.
- Souza Filho, E.E., (1993). *Aspectos da Geologia e Estratigrafia dos Depósitos Sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaíra (PR)*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/USP. São Paulo-SP. Inédito.
- Souza Filho, E.E. & Stevaux, J.C. (1997). *Geologia e Geomorfologia do Complexo Rio Baía, Curutuba, Ivinheima*. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A. and Hahn, N.S. (eds), A PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ. UEM-Nupelia, Maringá-PR.
- Souza Filho, E.E., Rocha, P.C., Correa, G.T. & Comunello, E., (2001). *O Ajuste Fluvial e a Erosão das Margens do Rio Paraná em Porto Rico (Brasil)*. V REQUI/ I CQPLI, Lisboa, Portugal. Jul/2001. 37 – 40 p.
- Sparks, R. E., (1995). Need for Ecosystem Management of Large Rivers and Their Floodplains. *BioScience*, 45. N.3, 168-182.
- Suguio, K. & Bigarella, J.J., (1990). *Ambientes Fluviais*. 2. Ed. Florianópolis. Ed. da UFSC/UFPR, 183 p.
- Thomaz, S.M., Roberto, M.C. & Bini, L.M. (1997). *Caracterização Limnológica dos Ambientes Aquáticos e Influência dos Níveis Fluviométricos*. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho, A.A. and Hahn, N.S. (eds), A Planície De Inundação Do Alto Rio Paraná. UEM-Nupelia, Maringá-PR.
- Thornbury, W.D., (1969). *Principles of Geomorphology*. 2nd ed., Wiley, New York.
- Tricart, J., (1966). Os Tipos de Leitões Fluviais. *Notícia Geomorfológica*, 6 (11), 41-49p.
- Tundisi, J.G.; Tundisi, T.M. (2010). Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotropica*, Campinas. v.10, n. 4, p. 67-76.
- Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R. & Cushing, C.E. (1980). The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol.37. p. 130-137.
- Walker, R.G. & Cant, D.J., (1979). *Sandy Fluvial Systems*. In: R.G. WALKER (ED.) Facies Models. 2nd ed. Geoscience. Canada reprint series 1, Ontario. 71-90 pp.
- Ward, J.V. & Stanford, J.A., (1995-A). The serial discontinuity concept: Extending the model to floodplains rivers. *Regulated Rivers: Research & Management*, vol 10. P. 159-168.
- Ward, J.V. & Stanford, J.A., (1995-B). Ecological Connectivity in Alluvial River Ecosystem And Its Disruption By Flow Regulation. *Regulated Rivers: Research & Management*, vol. 11, 105-119 pp.
- Ward, J.V.; Tockner, K & Schiemer, F., (1999). Biodiversity of Floodplain River Ecosystems: Ecotones and Connectivity. *Regul. Rivers: Res. & Mgmt.*, 15. 125-139.
- Williams, P.E. & Rust, B.R., (1969). The Sedimentology of a Braided River. *J. Sed. Petrol.*, 39. 549-679.

## **GEOFÁCIES DA REGIÃO COSTA DAS BALEIAS – BAHIA – BRASIL: APLICAÇÃO DOS ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS**

S. O. Souza<sup>(a)</sup>, R. C. Oliveira<sup>(b)</sup> R. R. Amorim<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas  
siriussouza@ige.unicamp.br

<sup>(b)</sup> Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas  
reginacoliveira@ige.unicamp.br

<sup>(c)</sup> Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas  
raul\_reis@ige.unicamp.br

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho é caracterizar os geofácies presentes na Região Costa das Baleias com vista a contribuir para o Planejamento do Uso e Ocupação da terra, assim como espacializar os dados referentes aos geofácies presentes. A área em estudo constitui a Região Costa das Baleias que se localiza no extremo sul do estado da Bahia, nordeste do Brasil. Para o mapeamento dos geofácies em escala 1:50.000 utilizou-se como base metodológica a visão sistêmica de Bertrand, ao identificar a vegetação como síntese do ambiente, e utilizou-se como base cartográfica as imagens RapidEye obtidas. Tais imagens, posteriormente, foram integradas e processadas no Sistema de Informação Geográfica, pelo *software* ArcGis™ e confirmadas durante as expedições ao campo. Os resultados confirmam a existência de distintos geofácies e alertam para a disseminação de espécies exóticas que tem levado a homogeneização dos ambientes, com a destruição de características peculiares e a alteração nas propriedades ecológicas locais.

**Palavras-chave:** Biogeografia; Biodiversidade; Litoral; Costa das Baleias.

### **1. Introdução**

A deturpação dos padrões socioculturais associados à procura por recursos e o aumento demográfico intervêm gradativamente nos ambientes naturais. Ambientes esses que se estabeleciam em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram a interferir em busca de patrimônios, comodidade, prazer e lazer. As consecutivas revoluções técnico-científicas, acompanhadas de vigoroso e abstruso desenvolvimento econômico nos últimos dois séculos, converteram essencialmente o homem como ser social. O viver urbano paulatinamente sobrepôs o viver rural ao passo em que a complexidade das relações sociais se multiplicaram exponencialmente (ROSS, 2006).

Benefícios podem ser notados ao longo destes ciclos, tais como a redução dos índices de mortalidade e o aumento da longevidade. No entanto, não foi possível conter o aumento populacional ocorrido principalmente em países subdesenvolvidos e/ou emergentes. É nesses espaços que se acentua o desequilíbrio nas relações sociais, culturais, econômicas e ambientais. Tal instabilidade justifica-se por uma série de questões, dentre elas, dá-se um destaque à



inserção tecnológica ocorrida tardiamente e de forma desestruturada, o que contribuiu com a modificação dos sistemas de produção e paralela multiplicação dos impactos sociais do mundo subdesenvolvido (ROSS, 2006).

Evidencia-se que a relação sociedade-natureza, efetivada através do trabalho, ocorre de forma dialética, pois no momento em que a sociedade transforma a natureza, ela também se transforma. O entendimento da dinâmica natural na composição de diversos ambientes é uma meta das sociedades ao longo de sua história. Reconhecer os ambientes garante ao homem a sua sobrevivência, seja como protagonista, ao extrair recursos do meio, seja como figurante, ao possibilitar a conservação do sistema socioeconômico vigente. Nesse contexto, a ciência geográfica recebe destaque. Ao se inserir na interface das ciências sociais e naturais tendo como objeto de estudo o espaço geográfico, a mesma exerce substancial função ao pesquisar a dinâmica do ambiente natural em analogia a inserção humana (BERNARDES e FERREIRA, 2003).

Paralelamente aos avanços da ciência geográfica, emerge-se a adoção de uma perspectiva holística sobre o ambiente, o que segundo Morin (2006) significa contemplar o homem e seu meio como um estruturado de círculos concêntricos, cada um qualificado por diferentes níveis. Tal concepção validou a existência de fatores e processos integrantes no ambiente, demonstrando que os objetos dão lugar ao sistema. Assim as relações dialéticas entre o fenômeno e sua essência proporcionariam melhores resultados na definição das potencialidades e fragilidades interativas através da utilização dos geossistemas.

A utilização dos geossistemas dentro da ciência geográfica tem início com Vítor Sotchava, especialista siberiano, que em 1960 apresentou o termo Geossistema à comunidade científica internacional, conforme analisa Troppmair (2004). Em suas colocações, os geógrafos russos demonstram visivelmente a importância de uma Geografia aplicada. Útil ao Estado e à manutenção dos processos econômicos. Segundo Sotchava (1977) “[...] Os geossistemas são os sistemas naturais, de nível local, regional ou global, nos quais o substrato mineral, o solo, as comunidades de seres vivos, a água e as massas de ar, particulares às diversas subdivisões da superfície terrestre, são interconectados por fluxos de matéria e de energia, em um só conjunto”.

No Brasil, relevantes contribuições foram dadas pelo biogeógrafo Georges Bertrand (1972), ao apresentar e debater a Teoria dos Geossistemas, e pelo geomorfólogo Jean Tricart (1977) ao preconizar uma abordagem ecodinâmica. Para Bertrand (1972) o geossistema resulta da combinação entre os fatores geomorfológicos (natureza das rochas, valor do declive, dinâmica das vertentes) climáticos (precipitação, temperatura, albedo de radiação) e hidrológicos (pH da água, dinâmica das superfícies piezométricas, capacidade de infiltração e percolação) que formariam o potencial ecológico do geossistema.

Finalmente, no interior de um geossistema, se encontram os geofácies, objeto de estudo deste trabalho, que correspondem a um setor fisionomicamente homogêneo da paisagem, tendo a vegetação como o principal elemento identificador, integrador e sintetizador da paisagem, que implica as suas descontinuidades objetivas (SOUZA, 2013).

Tais geofácies são marcados por um potencial ecológico e uma exploração biológica que representam assim uma malha de paisagem em cadeia sucessiva no tempo e no espaço do geossistema (NASCIMENTO e SAMPAIO, 2005). Ressalta-se que para Bertrand (1972), a fisionomia da paisagem, ou seja, o comportamento da sua vegetação associada ao uso e ocupação é, quase sempre, o ponto de partida para a definição de suas unidades básicas. Unidades estas que em função de sua evolução englobam todos os aspectos da paisagem. Pela grandeza territorial, os geofácies necessitam ser caracterizados espacialmente e temporalmente, para que se possa entender sua dinâmica, pois irá refletir os ajustes internos à magnitude dos eventos, mantendo sua integridade funcional ou suas mudanças adaptativas às novas condições de fluxo de energia e matéria da paisagem (NASCIMENTO e SAMPAIO, 2005).

Tendo como área em estudo a Região Costa das Baleias, localizada no extremo sul do estado da Bahia - Brasil, entre os paralelos 17°28'52.23"S e 18°20'4.26"S e os meridianos 39°11'41.93" e 40°29'27.03"W de Greenwich, abrangendo os municípios de Alcobaça, Caravelas, Nova Viçosa e Mucuri, este trabalho se propõe a caracterizar os geofácies presentes na Região Costa das Baleias com vista a contribuir para o Planejamento do Uso e Ocupação da terra.

A importância deste trabalho se traduz na possibilidade de contribuir com a conservação e com a recuperação da biodiversidade ecológica da área em estudo, atestada por autores como Andrade (1994), Leão (1999), Dominguez (2008), Dias (2010), dentre outros, aliada à possibilidade de contribuir com a proteção e a manutenção de importantes ambientes costeiros brasileiros, tais como o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, o Recife de Timbebas, o Recife de Coroa Vermelha, o Recife de Viçosa, dentre outros, todos associados à Região Costa das Baleias.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1. Caracterização da Área em Estudo**

A Região Costa das Baleias situa-se no litoral extremo sul do estado da Bahia, abrangendo parte dos municípios de Alcobaça, Caravelas, Mucuri e Nova Viçosa (Figura 1), totalizando uma área aproximada em 6.893,78 km<sup>2</sup>.

No âmbito geológico-geomorfológico, a Região Costa das Baleias está assentada secundariamente sobre os sedimentos areno-argilosos de idade terciária da Formação Barreiras,

que se distinguem pela existência de vales profundos e bordas escarpadas, e uma superfície geral inclinada em direção ao litoral, constituindo os tabuleiros costeiros. E principalmente sobre a planície quaternária, constituída por depósitos de areias litorâneas regressivas pleistocênicas e holocênicas. Tais depósitos encerraram sua acumulação controlada pelas variações do nível relativo do mar que afetaram a costa brasileira durante o Quaternário (ANDRADE e DOMINGUEZ, 2002).

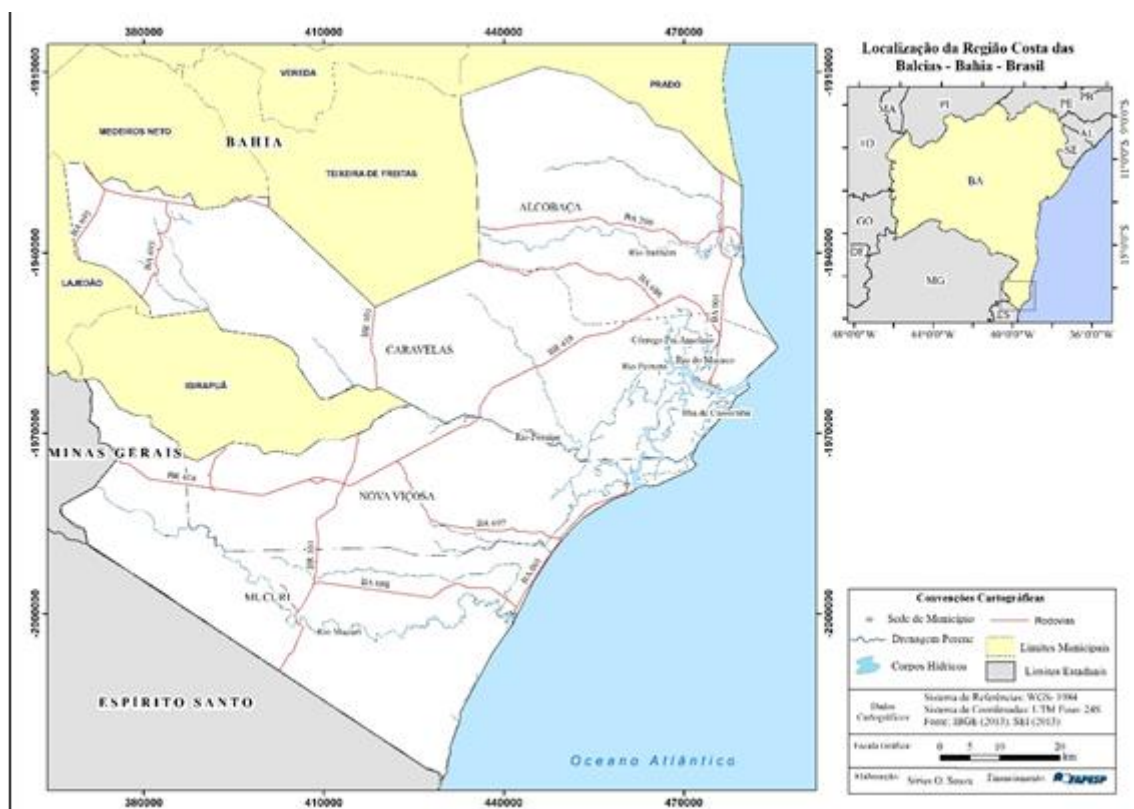


Figura 1 – Localização da Região Costa das Baleias – Bahia.

A formação dos solos está diretamente associada às distintas unidades geológico-geomorfológicas presentes. Assim, nos sedimentos que compõem os tabuleiros costeiros, instalam-se processos pedogenéticos que deram origem aos Argissolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos, Vertissolos, dentre outros. Nas planícies fluviais e fluviomarinhas, instalam-se processos que originam os Espodossolos Hidromórficos, Gleissolos e Organossolos Háplicos. Por fim, nos sedimentos que compõem os cordões litorâneos das planícies quaternárias, implantam-se os Neossolos Quartzarênicos (ANDRADE, 1994).

O clima da região é classificado como do tipo tropical, superúmido a úmido, sem estação seca (IBGE, 2007). A análise do regime pluviométrico da região evidencia uma perda gradativa da precipitação do litoral em direção ao interior do continente, com valores na costa em torno de

1.350 mm e em áreas continentais próximas de 1.050 mm ao ano (SOUZA, 2013). Este aspeto contribui para o desenvolvimento dos seguintes tipos de cobertura vegetal: Floresta Ombrófila Densa e Formações Pioneiras (DOMINGUEZ, 2008).

Tomando como base os remanescentes e gradientes ecológicos, Dominguez (2008) esclarece que, na região estudada, a Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) ocupa os tabuleiros costeiros e as porções mais úmidas das serras próximas ao litoral. Tal formação conglomera um diversificado mosaico de ecossistemas florestais com estruturas e composições florísticas bastante individualizadas, tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos oceânicos. Ainda segundo o autor, restam apenas alguns remanescentes desta cobertura vegetal ajustados nas vertentes dos vales da Formação Barreiras. Tal conjuntura se faz principalmente em razão da introdução de áreas de pastagens, silvicultura, sobretudo eucalipto, e lavouras de ciclos curtos.

No que se refere às Formações Pioneiras, Dominguez (2008) elucida que as mesmas abrangem áreas de influência marinha, fluvial e fluviomarinha. As áreas de influência marinha compreendem aos espaços cujo substrato arenoso é coberto por vegetação do tipo mata seca de restinga. Enquanto as áreas de influência fluvial, sujeitas às inundações cíclicas ao longo dos rios são recobertas por formações herbáceo-graminóides. Já as áreas de influência fluviomarinha são caracterizadas pelas oscilações das marés e substrato argiloso, no qual se desenvolve a vegetação que compõe os manguezais. Embora tenham sido pontualmente alteradas, segundo o autor, tais formações encontram-se ainda bem conservadas.

Por fim, clinograficamente, segundo Souza (2013) 93% da Região Planície Costeira de Caravelas apresentam declividade de 0% a 2%, sendo consideradas por Young (1981) apud Oliveira (2003) como espaços com maior propensão a inundações. Tal porcentagem corresponde a uma área de 539 km<sup>2</sup>. Observa-se, ainda, que apenas 7% da área em estudo apresentam declividade superior a 2% sendo classificados como superfícies planas e/ou levemente onduladas. Neste domínio, onde ocorrem as planícies costeiras, a declividade varia de 0 a 15%, o que pela Lei nº 6.766/1979, em seu artigo 3º, dispõe-se como área suscetível à urbanização sem restrições. Logo, evidencia-se o seu potencial urbano, e justifica-se a necessidade de um planejamento pautado no estudo dos geofácies presentes.

## **2.2. Procedimentos Metodológicos**

Para alcançar os objetivos propostos neste estudo, o mesmo foi dividido em três principais etapas, sendo a primeira composta pela realização de revisão bibliográfica acerca do tema sobre identificação e análise de geofácies. A segunda etapa composta pela aquisição das imagens Rapid Eye e posterior integração destas com os demais materiais levantados, tais como o mapa

de uso e ocupação da terra (SOUZA, 2013). A terceira etapa é caracterizada pelo georreferenciamento, vetorização, integração dos dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e pela redação final da pesquisa. Apresenta-se a seguir, o detalhamento dos principais procedimentos relativos à segunda e terceira etapas.

#### *Aquisição das imagens RapidEye*

A opção pelo uso das imagens RapidEye justifica-se pela exatidão demonstrada, visto que tais produtos são corrigidos radiometricamente e geometricamente para representar uma projeção ortogonal sem efeitos de perspectiva, pela qual é possível realizar medições exatas, ao contrário de uma imagem orbital simples, que sempre apresenta deformações causadas pela perspectiva da câmera, a altitude ou da velocidade com que se move a câmera.

A missão RapidEye é formada por uma constelação de cinco microssatélites multiespectrais, lançados em 29 de Agosto de 2008 em um foguete russo (RAPIDEYE, 2013). Os sensores instalados obtêm imagens da Terra em cinco faixas espectrais, sendo estas, o Azul (440–510nm), Verde (520-590nm), Vermelho (630-685nm), Red-Edge (690-730nm) e Infravermelho Próximo (760-850nm), com uma área imageada de 77,25 km. O período de revisita dos satélites é de 24 horas (off-nadir) e 5,5 dias (nadir). A resolução espacial oferecida pelo sensor é de 6,5 metros e 5 metros nas ortoimagens. Para realização do trabalho foram utilizadas oito Imagens da constelação de satélites RapidEye disponibilizadas gratuitamente pelo Ministério do Meio Ambiente a partir da assinatura de acordos de cooperação técnica.

#### *Integração dos dados*

A terceira etapa deste estudo foi caracterizada pela análise e vetorização dos geofácies em escala 1:50.000 e pelo retrabalhamento das imagens orbitais por meio de técnicas de foto identificação e aerofotolevantamento. Esta etapa foi realizada com base na metodologia proposta por Bertrand (1972) em que a vegetação se torna o principal elemento sintetizador da geofácies, tendo como chave de interpretação e validação as descrições fito fisionômicas abordadas por Rizzini (1997) e o mapa de vegetação proposto pela Fundação SOS Mata Atlântica (2015).

Elaborado o mapeamento proposto, seguiu-se a realização de um Trabalho de Campo com o intuito de, sobretudo, aferir, atualizar e averiguar as informações mapeadas, assim como comparar e esclarecer algumas dúvidas sobre as informações obtidas na primeira etapa de gabinete. Desta forma, durante o campo foram realizadas atividades tais como: reconhecimento geral do campo, demarcação de pontos amostrais, descrição dos ambientes, observação e medição da altura dos cordões praias, identificação de geofácies, constatação das formas de uso e ocupação da terra, dentre outras.

Tais atividades basearam-se principalmente na observação e registro dos dados visíveis de interesse à pesquisa. Lakatos e Marconi (1991) afirmam que uma observação controlada e sistemática se torna um instrumento fidedigno de investigação científica. Diz-se que uma observação é fidedigna quando o observador é preciso e seus registros são confiáveis. Como evidência de fidedignidade nesta pesquisa, as informações coletadas sobre os 220 pontos de observação foram descritas em uma ficha elaborada com base nos manuais técnicos. As atividades de campo validaram a etapa anterior de pesquisa e contribuíram de forma pertinente para a confirmação dos geofácies mapeados na Região Costa das Baleias.

### 3. Resultados e Discussões

A conservação dos geofácies presentes da Região Costa das Baleias – Bahia é estratégica para a sobrevivência das comunidades de pescadores e catadores que usufruem da área, tanto por garantir a integridade dos sistemas de onde essas populações retiram os seus recursos, como por ser fundamental na manutenção da disponibilidade de água doce para o consumo humano e para atividades relacionadas à agricultura e pecuária (CHAVES et al., 2009; SOARES, 2006).

A descrição dos geofácies que compõem a Região Costa das Baleias far-se-á, utilizando, sobretudo a Tabela 1 e a Figura 2, que foram elaborados a partir dos trabalhos de campo e mapeamentos realizados.

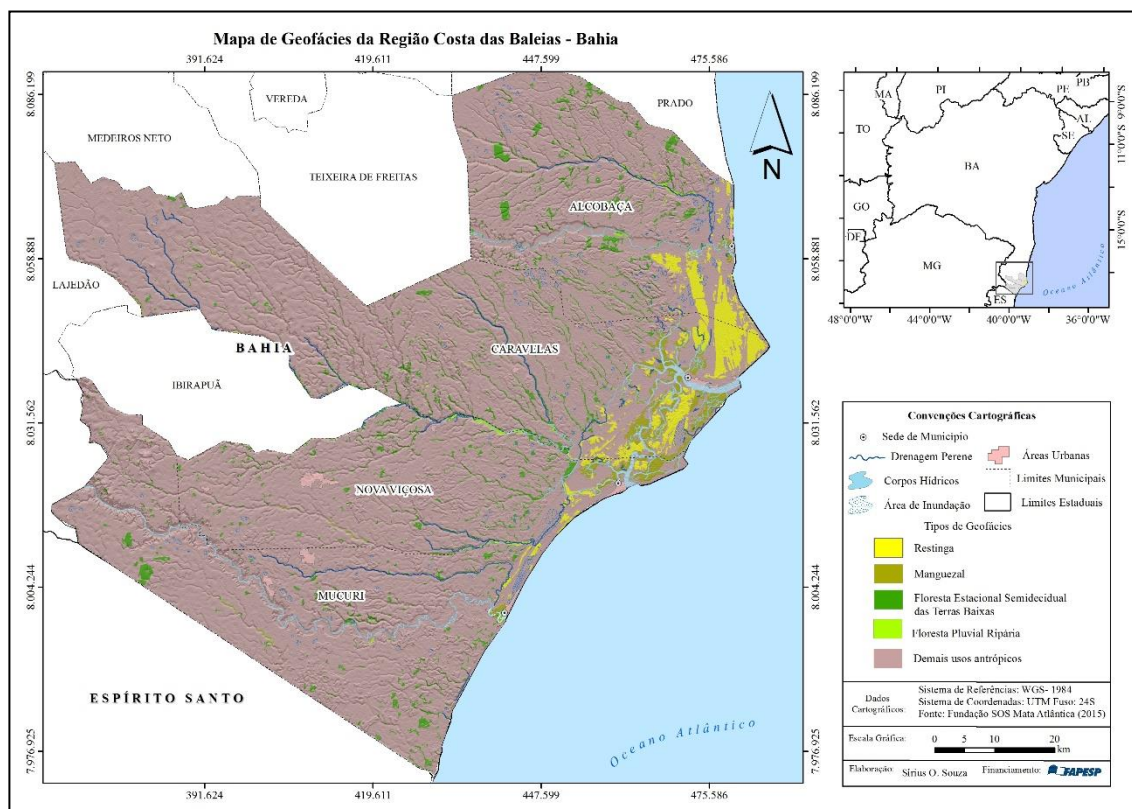


Figura 2- Geofácies da Região Costa das Baleias – Bahia – Brasil. Elaborado pelos autores.

Tabela 1 - Áreas e percentuais dos geofácies presentes

Geofácie	Área Ocupada (km <sup>2</sup> )	Área Ocupada (percentual)
<b>Restinga</b>	195,10	2,83-
<b>Manguezal</b>	112,38	1,63-
<b>Floresta Estacional Semidecidual</b>	268,94	3,90-
<b>Floresta Ripária</b>	24,61	0,36
<b>Demais Usos</b>	6.292,75	91,28-
<b>Total</b>	6.893,78	100

Inicia-se a discussão dos resultados, com base na Figura 2 e na Tabela 1 pelo **geofácie demais usos**, entendido enquanto o conjunto de áreas de intervenção humana, descaracterizando a vegetação primária, com finalidades agrícolas. Ao abranger efetivamente 91,28% da área em estudo, constata-se que este geofácie é constituído predominantemente pelas florestas de Eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e pelas lavouras de coco-da-baía e cana-de-açúcar.

Ocupam áreas de Tabuleiros Costeiros e Terraços Arenosos Externos, em distintos solos, tais como Argissolo Amarelo Distrófico e Neossolo Quartzarênico. Durante o campo realizado, observou-se em distintos pontos, a substituição da geofácie de Manguezais, ou de Mata Seca de Restinga, pela geofácie demais usos, em sua grande maioria, de espécies exóticas.

Sabe-se que as espécies exóticas invasoras têm um significativo impacto no ambiente, sendo consideradas a segunda maior ameaça à perda de biodiversidade (ESPÍNOLA e JÚLIO JÚNIOR, 2007), após a destruição dos habitats, afetando diretamente as comunidades biológicas, a economia e a saúde humana. Apropriam-se do espaço, da água e dos alimentos das espécies nativas, numa competição maléfica, silenciosa e sem fronteiras. Na área em estudo, constata-se a presença de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) e do eucalipto (*Eucalyptus* sp.) se disseminando e dominando, de forma perigosa, diferentes ecossistemas, ameaçando a integridade e o equilíbrio dessas áreas, e causando mudanças nas características naturais das paisagens, colocando em risco os demais geofácies naturais.

Convivendo com o geofácie dos demais usos, o **geofácie da Floresta Estacional** recobre cerca de 3,90% da área em estudo (Tabela 1 e Figura 2). Denominado por alguns autores como Mata Atlântica, este geofácie conglera um diversificado mosaico de ecossistemas florestais com estruturas e composições florísticas bastante individualizadas, tendo como elemento comum a exposição aos ventos úmidos oceânicos.

De forma geral, o geofácie da Floresta Estacional apresenta em muitos trechos, um contínuo dossel de árvores ombrófilas latifoliadas perenifólias altas (30-50m), com elevada estratificação. Associada a presença de árvores emergentes decíduas, lianas, espécies epífitas e folhas cobertas por epífilas (RICKLEFS, 2003). Apresenta-se enquanto ambiente de elevada biodiversidade,

explicada em parte pelos longos processos de isolamento e especiação produzidos pelas flutuações climáticas do Quaternário, tais como discutidas por Ab'Saber (1969; 1977), e em parte pelo ciclo de abertura sistemática de clareiras produzidas pela queda das árvores mais antigas e o ciclo de flutuação das áreas de alagamento da várzea, responsáveis pela aceleração dos processos de dispersão, competição e adaptação.

Na Região Costa das Baleias este geofácio é altamente ameaçado pelo processo de expansão urbana e agrícola, que o condiciona a apenas algumas manchas espalhadas em possíveis reservas florestais particulares, em meio a matriz de usos antrópicos.

Observando a Tabela 1 e a Figura 2 vê-se que a **geofácies da Mata Seca de Restinga** ocupa cerca de 2,83% da área em estudo. De modo geral, este geofácio pode ser considerado uma área de extensão de espécies vegetais características de outros ecossistemas, que nelas ocorrem em razão da diversidade das condições físicas que ali se apresentam.

As formações vegetais deste geofácio têm características xeromórficas, ou seja, apresentam adaptações morfológicas que aumentam sua resistência ao ambiente relativamente seco dos terraços arenosos, bem como a quantidade de luz solar recebida ao longo do ano. As folhas são geralmente capazes de armazenar água, envolvidas por uma grossa epiderme, que reduz a perda por evaporação.

Dias e Soares (2008) postulam que a geofácio da Mata Seca de Restinga apresenta o Uso e Ocupação pautados na expansão das Pastagens e Áreas Agrícolas, fato comprovado durante esta pesquisa, ao observarmos que este geofácio apresenta pequenos núcleos de pecuária e pequenos núcleos de retirada de madeira para lenha, para construção de embarcações, para artefatos para pesca, e, também, para construção de residências pela população local. Além disso, nas áreas continentais, este geofácio é fortemente impactado pelas monoculturas de coco, eucalipto e pela pecuária em larga escala.

Em conformidade com Dominguez (2008), durante o trabalho de campo realizado observa-se que este geofácio apresenta em sua composição florística, principalmente, o cajueiro (*Anacardium occidentale*), o araçá (*Psidium* sp.), o pau-de-remo (*Styrax* sp.), o pau-pombo (*Tapirira guianensis*) e o louro (*Nectandra* sp.), associados a presença da mangabeira (*Harconia speciosa*), da salsa-da-praia (*Ipomoea* sp.), dentre outras espécies vegetais.

O geofácio da Mata Seca de Restinga na Região Costa das Baleias encontra-se moderadamente preservado, embora tenha sido amplamente devastado para o plantio de coco-da-baía, implantação de loteamentos, e, principalmente expansão das Pastagens. A presença massiva de líquens neste geofácio sugere baixo índice de poluição, visto que a literatura afirma que os líquens são extremamente sensíveis a alterações ambientais.



O **geofácio do Manguezal**, conforme a Tabela 1 e a figura 2, ocupa cerca de 112,38 km<sup>2</sup> da área em estudo, ou seja, 1,63% da área total. Se constitui por uma vegetação predominantemente lenhosa e arbórea, capaz de reter sedimentos areno-lodosos, pouco consolidados, com baixo teor de oxigênio e ricos em matéria orgânica.

As espécies vegetais deste geofácio possuem localização preferencial junto à faixa entre marés e tal geofácio constitui ponto de ligação entre os ambientes marinhos e terrestres, fornecendo refúgio natural para diversas espécies de animais marinhos, fluviais e estuarinos, durante os diferentes estágios de vida. Dentre outros fatores o manguezal oferece proteção às diversas espécies catádromas e anádromas fornecendo uma quantidade muito grande de espécies de peixes à plataforma proximal. A estrutura radicular dos mangues fornece, ainda, proteção contra a ação de predadores e proteção das ondas e marés contra erosão costeira.

Nesse ambiente halófito constatou-se em campo o desenvolvimento de uma flora especializada, ora dominada pela família das Poaceae, provavelmente denominada *Spartina* sp., que lhe confere uma fisionomia herbácea, ora dominada por espécies arbóreas dos gêneros *Rhizophora*, *Combretaceae* e *Avicennia*. Os bosques de mangue figuram entre os ecossistemas mais produtivos do mundo. Na Região Costa das Baleias ocorre uma das maiores áreas de ocorrência da geofácio manguezal no estado da Bahia, principalmente na porção centro leste, onde se destacam o entorno da Ilha da Cassurubá e o baixo curso dos rios Peruípe e Caravelas.

O geofácio de Manguezal na Região Costa das Baleias encontra-se ainda bem preservado, embora tenha sido localmente devastado para a extração de lenha e para o aterramento e expansão agropecuária. Também foi observada, na área de abrangência dessa geofácio, a presença de carvoarias clandestinas ocasionadas pelas derrubadas de remanescentes florestais nativos. Essa talvez seja a mais antiga agressão que esta geofácio vem sofrendo, geralmente feita para extração de lenha para suprir a demanda ribeirinha ao uso doméstico.

Soares (2006) e Chaves et al., (2009) descrevem que todo o sistema estuarino do rio Caravelas, junto com a região do Banco Marinho dos Abrolhos estão intimamente interligados. Em outras palavras, o ecossistema recifal dos Abrolhos associa-se ao geofácio Manguezal em termos de controle da turbidez das águas costeiras, fluxo de material orgânico, fluxo de nutrientes e manutenção de espécies de peixes recifais. Por sua vez, a manutenção dos manguezais está diretamente associada à disponibilidade de água doce que, nessa região, origina-se no afloramento do lençol freático, cuja manutenção e integridade dependem da conservação dos ecossistemas presentes.

A questão relacionada à conservação do geofácio dos Manguezais na Região Costa das Baleias é estratégica para a sobrevivência de suas comunidades, tanto por garantir a integridade dos sistemas de onde essas populações retiram os seus recursos, como por ser fundamental na

manutenção da disponibilidade de água doce para o consumo humano e para atividades relacionadas à agricultura e à pecuária.

Por fim, o geofácio **Floresta Riparia ou Floresta Pluvial Ripária**, conforme a Tabela 1 e a figura 2, ocupa cerca de 0,36% da área em estudo, abrangendo efetivamente as margens dos principais cursos hídricos da região. Por esta razão, este geofácio é frequentemente relacionado com a influência de cheias periódicas, com a flutuação do lençol freático, e com o aumento da heterogeneidade ambiental, devido aos distúrbios que normalmente favorecem os processos de sucessão e consequentes alterações na composição florística (IBGE, 2012).

#### 4. Considerações Finais

Entender a complexidade da paisagem é um desafio, cujas metodologias propostas com a visão sistêmica contribuem para um entendimento de todos os elementos e variáveis representados na escala do ambiente. A compreensão da paisagem pelo viés sistêmico, mais especificamente, pelo uso da proposta hierárquica de paisagem de Bertrand, possibilitou o entendimento da articulação entre os diferentes geofácies encontrados na Região Costa das Baleias.

A identificação dos geofácies presentes na Região Costa das Baleias demonstrou, além da sua cobertura vegetal e de seus domínios geomorfológicos, os principais problemas ambientais presentes em cada um deles. Percebe-se a necessidade do desenvolvimento de pesquisas nesta área, visando à valorização e preservação tanto do ambiente natural, quanto do patrimônio histórico-cultural, embasadas em instrumentos que contribuam na minimização dos efeitos negativos da ação antrópica. Um estudo como este, se torna importante na medida em que pode ser utilizado como um norteador das políticas de gestão para esta parte da zona costeira e contribuir para que as novas ocupações e o desenvolvimento econômico e social sejam compatibilizados com a preservação ambiental. Fica claro a necessidade de estudos mais detalhados que vise atender às necessidades do homem e à manutenção dos recursos costeiros.

#### 5. Agradecimentos

À Base Avançada do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste (CEPENE), em Caravelas – Bahia, e ao Instituto de Apoio e Proteção Ambiental (IAPA), gestor do Projeto Integrado de Manejo e Monitoramento para Uso Sustentável pelas Populações Ribeirinhas no Manguezal de Caravelas, resumidamente denominado de “Projeto Manguezal”, que junto ao CEPENE, nos proporcionaram toda a estrutura e logística desta pesquisa, bem como por terem acreditado nas contribuições desta pesquisa. Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que nos atendeu com o devido registro e autorização para realização da pesquisa na área de estudo. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de

São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa e apoio técnico-científico (Processo n. 2013/25003-2).

## 6. Bibliografia

AB'SÁBER, A.A. (1969). *Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário*. Geomorfologia, S.Paulo, Igeog-USP (18).

AB'SABER, A. N. (2003). *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê editorial.

ANDRADE A.C.S. (1994) *Geologia da região costeira de Caravelas (Bahia): contribuição ao planejamento ambiental*. Dissertação de Mestrado (curso de Pós-Graduação em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

ANDRADE, A.C.S e DOMINGUEZ J.M.L.(2002). Informações Geológico-Geomorfológicas como Subsídios a Análise Ambiental: o Exemplo da Região Planície Costeira de Caravelas – Bahia. *Boletim Paranaense de Geociências*, Paraná. v. 51, p.9–17.

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. M. (2003). Sociedade e natureza. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (org.) *A questão ambiental: diferentes abordagens*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 160p.

BERTRAND, G. (1972). Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 13p.

CHAVES, F.O.; SOARES, M.L.G.; ESTRADA, G.C.D.; CAVALCANTI, V.F. (2009). Maintenance of mangrove forest through the conservation of coastal ecosystems. *Journal of Coastal Research*, v. 56, p. 395-399.

DIAS, H. M. (2010). *Avaliação do cenário para utilização dos recursos florísticos nativos de restingas para inclusão socioeconômica em Caravelas, Bahia*. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DIAS, H. M.; SOARES, M. L. G. S.. (2008). As fitofisionomias das restingas do município de Caravelas (Bahia - Brasil) e os bens e serviços associados. *Bole. Téc. Cie. CEPENE*. V.16. n.1. 2008.

DOMINGUEZ, J. M. L. (org.). (2008). *Costa das Baleias: Caracterização da Zona Costeira dos Municípios de Alcobaça, Caravelas, Nova Viçosa e Mucuri*. Salvador: CBPM / UFBA – CPGG / LEC.

ESPÍNOLA, L. A.; JULIO JUNIOR. H. F. (2007). Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos. *Interciencia* 32: 580-585.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, (2007). *Mapa de climas do Brasil*, diretoria de geociências. < disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#MAPAS](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#MAPAS). [Acesso em 18 de dez.2015].

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. (1991) *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 1991.

LEÃO, Z.M.A.N. (1999). Abrolhos – o complexo recifal mais extenso do oceano Atlântico sul. In: SCHOBENHAUS, C., CAMPOS, D.A., QUEIROZ, E.T., WINGE, M., BERBERT-BORN, M. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP)., v.01: 345-359.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. (2005). Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*. Sobral, vol. 6/7, nº1, p. 174.

OLIVEIRA, R. C. (2003). *Zoneamento Ambiental como subsídio ao planejamento no uso da terra do município de Corumbataí-SP*. Tese. Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, UNESP - Rio Claro, Rio Claro.

RIZZINI, C. T. (1997). *Tratado de fitogeografia do Brasil*. 2ª Edição. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro.

ROSS, J. L.S. (2006). *Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental*. 1ª ed. Editora Oficina de Textos, São Paulo.

- SOARES, M. L. G. (Coord.). (2006). *Lauda Biológico do Sistema Caravelas – Nova Viçosa com Vistas à Criação da Reserva Extrativista do Cassurubá*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- SOUZA, S. O. (2013). *Vulnerabilidade Ambiental da Planície Costeira de Caravelas (Bahia): Uma proposta geossistêmica*. Dissertação, (Pós Graduação em Geografia).UFES – Vitória.
- SOTCHAVA, V. B. (1977). O Estudo dos geossistemas. *Métodos em Questão*. São Paulo, n. 16, 50p
- TRICART, J. (1977). *Ecodinâmica. Recursos Naturais e meio ambiente*. Rio de Janeiro. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, n.1.
- TROPPEMAIR, H. (2004). *Sistemas, Geossistemas, Geossistemas Paulistas, Ecologia da Paisagem*. Rio Claro, São Paulo: Produção independente.



## MUDANÇAS AMBIENTAIS E OS RISCOS ASSOCIADOS À PLANÍCIE COSTEIRA DE ARACAJU/SERGIPE, BRASIL.

R. M. e Souza<sup>(a)</sup>, L. S. Oliveira<sup>(b)</sup>, G. C. dos Santos<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Engenharia Ambiental e Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFS  
rome@ufs.br

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Federal de Sergipe

<sup>(c)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia/Universidade Federal de Sergipe

### Resumo

O objetivo do presente artigo foi analisar as mudanças ambientais induzidas pela ação antrópica, na planície costeira de Aracaju/SE, tendo em vista a identificação dos riscos derivados desse processo. Os procedimentos metodológicos adotados foram: Processamento das imagens de satélite e fotografias aéreas, vetorização das classes temáticas relativas às unidades geoecológicas e da linha de costa; e integração dos dados. Os resultados mostraram que as principais mudanças ambientais identificadas na paisagem geraram riscos associados à alagamentos e à erosão costeira. Os riscos associados a alagamentos foram derivados da canalização dos canais de maré e pelo aterramento das lagoas costeiras. Os riscos associados à erosão costeira derivaram do desmonte das dunas frontais e pelo aterramento da planície de maré. Concluiu-se que a referida área necessita de um plano de recuperação das unidades geoecológicas visando à minimização dos processos atuais. A realização desta pesquisa fornece subsídios para o planejamento urbano em municípios costeiros.

**Palavras chave:** Alagamentos, Erosão Costeira, Unidades Geoecológicas.

### 1. Introdução

Dentre as paisagens que apresenta maior fragilidade, destaca-se a costeira. Esta constitui uma das paisagens que exibe maior complexidade diante das relações estabelecida entre os elementos físicos (continente, atmosfera e oceano) e antrópicos, possuindo uma dinamicidade que lhe é própria.

Não obstante a intensa fragilidade, a crescente ocupação da faixa litorânea tem resultado em uma grande valorização e consequente exploração imobiliária da orla marítima. Assim, esta é fisicamente modificada em consonância com as diferentes demandas sociais implicando em diferentes padrões de uso e ocupação, que por vezes se contrapõem a estrutura natural das unidades costeiras. Por essa razão, esta é uma paisagem em constante modificação, onde são impressas relações por vezes conflituosas entre o homem e o meio natural, dando origem a um complexo mosaico paisagístico.

Encaminhando-se para a análise dos conflitos oriundos deste processo, observa-se que a junção de um componente biofísico frágil e uma elevada pressão antrópica pode alargar consideravelmente os riscos associados à ocupação. Tendo por pressuposto a análise

geoecológica, entende-se que a partir do momento que o homem espacializa-se na paisagem há um processo de modificação das estruturas preexistentes, muitas vezes danoso ao ambiente, pois este tem suas funções modificadas a ponto de não conseguir recuperar-se naturalmente. A partir do momento que o ambiente tem capacidade de resiliência diminuída, é suprimida a sua propensão a responder a eventos de ordem natural e, por conseguinte recobrar-se destes (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004). De tal modo, paisagens intensamente antropizadas são muito mais suscetíveis a eventos de cunho natural, e neste caso específico, pode ocorrer o surgimento dos riscos ou a sua potencialização.

Todo este processo descrito vem sendo observado no litoral sergipano, em maiores ou menores proporções a depender das demandas socioeconômicas. Destaca-se dentro do estado, o município de Aracaju (figura 1). Este tem sido alvo da intensa especulação imobiliária, fato que está provocando um reordenamento da ocupação da frente litorânea associado a grandes transformações nas estruturas naturais. Este complexo conjunto de inter-relações entre meio biofísico e a intervenção antrópica tem alargado consideravelmente os riscos. Tais riscos estão associados à ocupação desmedida e não planejada de grande parte das unidades naturais, fato que é diagnosticado na análise do município de Aracaju.

Dentro desse contexto, o presente trabalho tem por escopo a análise das mudanças ambientais induzidas pela ação antrópica, na planície costeira de Aracaju/SE, tendo em vista a identificação dos riscos derivados desse processo.

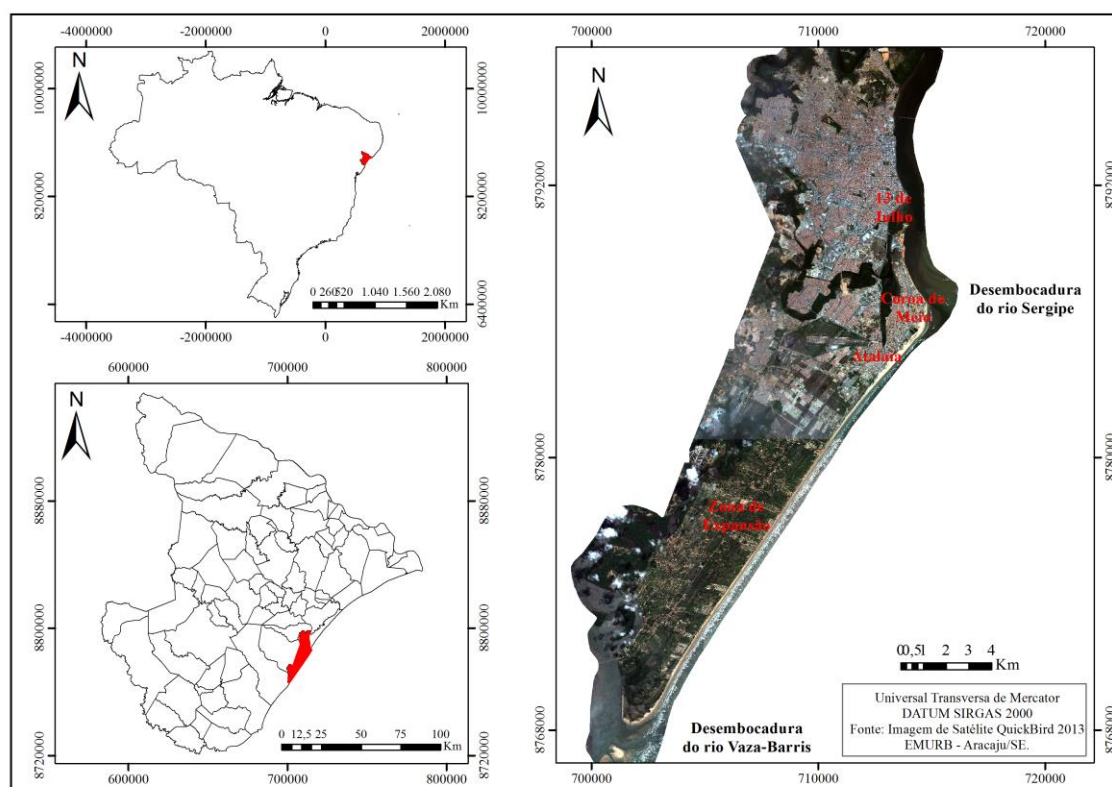


Figura 1– Localização da área de estudo. Fonte: Organização das autoras.

## 2. Materiais e Métodos

Para a realização do presente trabalho foram efetuadas as seguintes etapas metodológicas:

- **Aquisição e processamento das imagens de satélite e fotografias aéreas:**

A análise multitemporal para esta pesquisa consistiu no melhor instrumento para verificar o funcionamento e a dinâmica da área de estudo, além de identificar os riscos associados à ocupação. Para sua execução foram utilizadas imagens do satélite Quickbird de alta resolução dos anos de 2003 e 2014, adquiridas e cedidas pela Empresa Municipal de Obras e Urbanização - EMURB/SE, e Fotografias aéreas dos anos de 1955, 1965, 1978 e 1984 cedidas pela Secretaria de Planejamento Orçamento e Gestão – SEPLAG/SE.

O processamento das imagens de satélite e das fotografias aéreas foi dividido em duas etapas: retificação do *datum* horizontal e do georeferenciamento.

No SIG ArcGis v.10.2.1 foram feitas as importações das imagens de satélite e das fotografias aéreas. Posteriormente foi feita a correção do *datum* horizontal de SAD 1969 para SIRGAS 2000. Após a retificação do *datum* foi feita a retificação do georeferenciamento das imagens de satélite utilizando como referência as fotografias aéreas do ano de 2004, executadas pela SEPLAG/SE e que compõem a base cartográfica do estado de Sergipe. O georeferenciamento foi efetuado com auxílio do SIG QuantumGis v.2.0.1. Essa etapa permitiu que as imagens de satélites e as fotografias aéreas pudessem ser sobrepostas quando necessário, a fim de facilitar a análise evolutiva.

- **Vetorização, criação dos arquivos em *shapefile* e confecção dos mapas temáticos.**

No SIG ArcGis v.10.2.1 foi efetuada a criação das classes temáticas no formato *shapefile* (.shp). As principais classes temáticas vetorizadas foram: Planície de maré sem colonização por mangue; Mangue; Praia e Linha de Costa. Os mapas temáticos tiveram como objetivo representar os principais elementos da área de estudo. Foram realizados para esta pesquisa mapeamentos relativos aos anos de 1955, 1965, 2003 e 2014.

Para a vetorização da Linha de costa utilizou-se como indicador a linha de maré alta (*High Water Line*), que separa a praia seca da área úmida. Este indicador é muito utilizado para determinação da linha de costa por ser de fácil identificação em imagens de satélite e/ou fotografias aéreas e por possuir boa continuidade ao longo da área de estudo (PAJAK; LEATHERMAN, 2002). Foi efetuado o levantamento da linha de costa para a margem direita da desembocadura do rio Sergipe e para a margem esquerda da desembocadura do rio Vaza Barris, a fim de verificar as variações de posicionamento e ocorrência de episódios erosivos. Posteriormente foi confeccionado o mapa temático de evolução da linha de costa a partir da sobreposição dos dados obtidos para os anos de 1965, 1986, 2003 e 2014.



### 3. Resultados e Discussões

As mudanças ambientais ocorridas na planície costeira de Aracaju foram resultantes do contínuo aumento da intervenção antrópica sobre as unidades de paisagem que a compõem, cuja análise geoecológica revela acentuada vulnerabilidade diante de processos naturais e/ou antrópicos. De tal modo o aumento de áreas ocupadas sobre essa base biofísica tem resultado na potencialização e no surgimento de riscos. Nesse sentido, elencaram-se os principais riscos associados à planície costeira de Aracaju (Quadro 1).

Elementos da paisagem costeira		Intervenções antrópicas	Consequências	Riscos originados
<b>Dunas</b>		Desmonte/Aterro	Afeta o transporte bidirecional de sedimentos entre as dunas frontais e o ambiente praial	Erosão costeira
<b>Lagoas</b>		Aterramento	Prejudica a drenagem natural da área	Alagamentos
<b>Planície de maré</b>	<b>Manguezais</b>	Poluição, aterramento, desmatamento	Compromete a função de molhe hidráulico que atua amortecendo a energia de incidência das ondas e regime de marés.	Erosão Costeira/Alagamentos
	<b>Canais de Maré</b>	Transformação em canais de esgotamento sanitário	Supressão das áreas de planície de inundação dos canais.	Alagamentos
<b>Desembocaduras Fluviais</b>		Ocupações irregulares	Alteração da dinâmica costeira	Erosão Costeira

Quadro 1 – Síntese dos riscos associados à ocupação da planície costeira de Aracaju/SE. Fonte: Organização da autoras.

#### 3.1. Riscos associados a alagamentos

A planície costeira na qual está inserida o município de Aracaju está sujeita a alagamentos devido, principalmente, as intervenções antrópicas sobre os antigos canais de maré que permeavam a planície. Nas cartas náuticas dos anos de 1896 e 1914 (DHN, 1896; DHN, 1914) os canais de maré existentes nas proximidades da desembocadura dos rios Sergipe e Poxim são nomeados por rios Tramandaí pequeno e Tramandaí Grande, respectivamente. O crescimento urbano da capital sergipana promoveu nos anos posteriores a canalização desses canais de maré como pode ser verificado na figura 2. No ano de 1965, os canais de maré ainda encontravam-se com suas formas naturais, fato que pode ser percebido devido a sinuosidade dos cursos. No ano de 1978, observa-se que na parte superior o canal conhecido por Tramandaí pequeno já

encontra-se canalizado, e acontece o início da canalização do Tramandaí grande. Em 1984 há um aumento na área canalizada do Tramandaí pequeno, que constitui parte da rede de esgoto do município desembocando diretamente sobre o rio Sergipe e sofrendo a influência do regime de marés local. No ano de 2014 já é possível verificar também que todo o curso da Tramandaí grande já encontra-se canalizado e também recebe o esgotamento sanitário do município de Aracaju.

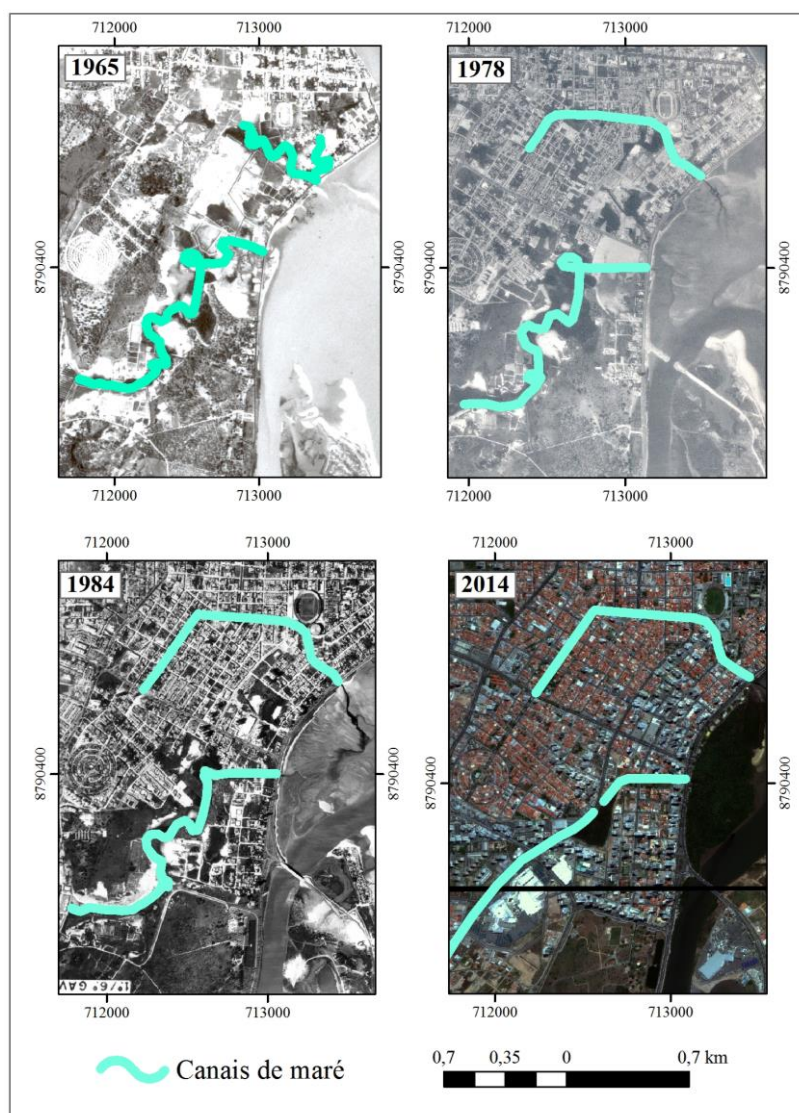


Figura 2 – Intervenções antrópicas sobre os canais de maré existentes em Aracaju. Em 1965 com suas formas originais. Em 1978 com a canalização do canal Tramandaí pequeno (parte superior). Em 1984 ocorre o aumento da extensão do canal. Em 2014 a canalização do canal Tramandaí Grande (parte inferior). Fonte: Organização das autoras.

Diante de todo o processo de intervenções de cunho antrópico sobre os canais de maré existentes na planície costeira, essas áreas foram enquadradas como pontos críticos de

alagamento de acordo com relatório desenvolvido pela Empresa Municipal de Obras e Urbanismo - EMURB (EMURB, 2010). Estas constituem zonas de alagamentos durante episódios de maré enchente de elevada amplitude, assim como em períodos chuvosos no município. Tal processo é resultante da transformação dos canais de maré em canais de esgotamento, que culminou na supressão das margens do canal, e consequentemente, da sua planície de inundação, as quais serviam de zonas espraçamento em períodos de maior fluxo pluvial e variações no regime de marés. Além disso, o entorno desses canais foram completamente impermeabilizados, em razão do crescimento urbano da cidade, conjuntura esta que acarretou na intensificação dos riscos a alagamentos, conforme visualiza-se na figura 3.



Figura 3 – Alagamentos no bairro 13 de Julho, Aracaju/SE, durante a maré enchente de elevada amplitude. Fonte: [www.nenoticias.com.br](http://www.nenoticias.com.br).

Além da canalização de cursos d'água naturais, identifica-se também na paisagem estudada o aterramento de lagoas, principalmente na Zona de Expansão do município. Estas feições possuem importante função geoecológica para a área, uma vez que grande parte deste bairro é desassistido quando a drenagem urbana, sendo as lagoas responsáveis pela drenagem natural da área. Em razão do referido bairro se constituir como área em expansão do município, nas últimas décadas a ocupação tem aumentado vertiginosamente, conjuntura esta que tem resultado no constante aterramento de lagoas e consequente aumento da impermeabilização do solo. O resultado da ausência de estrutura de macrodrenagem associado a supressão das feições que possuem naturalmente esta função, é o alagamento constante em períodos chuvosos da cidade. Outro agravante é que este bairro é constituído por uma sequência de cordões litorâneos, entremeadas por baixios úmidos, por vezes associados a lençóis freáticos, que na região localizam-se muito próximo da superfície. Assim, grande parte da Zona de Expansão constitui-

se enquanto áreas de vulnerabilidade natural a alagamentos, em razão do aumento da intervenção antrópica, tornou-se também uma área de risco.

### **3.2. Riscos associados à erosão costeira**

Além dos riscos relacionados a alagamento, destaca-se outro problema para a costa aracajuana – a erosão costeira. Atenção especial para a planície costeira do município dá-se em função da presença de extensos campos dunares. Em alguns casos as dunas são completamente recobertas por vegetação, o que impede a mobilização destas. Em outros, geralmente nas dunas mais próximas à frente litorânea, a vegetação não prepondera, permitindo certo grau de remobilização dos sedimentos pela ação eólica. Destacam-se também as dunas frontais, que correspondem ao cordão dunar localizado na interface do campo de dunas e da praia/pós-praia, e por esta razão, tem sua dinâmica estreitamente relacionada a ambas as unidades.

Na área em estudo, as dunas frontais tiveram sua dinâmica alterada em razão da interrupção por uma rodovia litorânea que segmenta tal unidade. O fato de estas dunas terem sua dinâmica natural alterada, tende a implicar diretamente na dinâmica praial, uma vez que a praia perde uma de suas principais fontes de alimentação, circunstância esta que pode acarretar em processos erosivos (PSUTY, 2004). Como consequência deste processo, novo comportamento evolutivo foi introduzido, direcionado à ocorrência de processos erosivos em vários pontos da costa aracajuana, associado a potencialização dos riscos associados à ocupação (figura 5).

Observou-se, assim, que nas áreas onde foram mantidas as dunas frontais, os processos erosivos ocorrem, no entanto, a praia tem maior capacidade de se recuperar destes eventos devido ao fornecimento de sedimentos pelas dunas. Estas feições também constituem uma barreira natural no que se refere às ocupações que ficam na retaguarda destas. Nas áreas em que as dunas foram destruídas as praias tendem a torna-se menos resiliente, resultando no lento processo de recuperação diante de eventos erosivos, e assim, mesmo que a praia encontre-se em estabilidade, fenômenos erosivos futuros podem atingir as estruturas fixas.

Para além do processo erosivo associado ao desmonte de dunas frontais, destaca-se também a forte influência das desembocaduras fluviais. Tal como destacado por autores como Angulo (1993), Cooper (1999), Wright (1977) e FitzGerald (1982), as áreas que sofrem influência da dinâmica fluvial, tendem a ser altamente instáveis e apresentar elevada variabilidade morfodinâmica devido a ação conjunta entre dinâmica fluvial e marinha. Frente a tal evidência, enfatiza-se que estes ambientes apresentam elevada vulnerabilidade física à erosão costeira, e, portanto, constituem áreas de risco quando ocupados. A elevada variabilidade morfodinâmica das linhas de costa associadas às desembocaduras fluviais foi comprovada pelo mapeamento multitemporal exposto na figura 6. Essa elevada dinamicidade, resultou em processos erosivos

severos em diversos pontos da costa (figura 6-b, 6-c). Medidas extremas, como a construção de estruturas de contenção, na margem direita do rio Sergipe, tiveram que ser adotadas a fim de evitar maiores prejuízos socioeconômicos (Figura 6-a).



Figura 5 - Relação entre dunas frontais e a erosão costeira. Em (a): menor resistência da praia a processos erosivos - praia do Robalo; Em (b): maior resistência da praia a processos erosivos - praia dos Náufragos.

Fonte: Organização das autoras.

De tal modo as áreas circunjacentes às desembocadura constituem-se como de risco, principalmente nas proximidades do rio Sergipe, onde o adensamento populacional é maior. Já para a desembocadura do rio Vaza-Barris, não obstante a existência de uma rodovia nas proximidades, o risco ainda é potencial, tendo em vista o baixo adensamento populacional nas proximidades.

Outro elemento da paisagem costeira, que devido à modificações ligadas as ações antrópicas, intensificam os episódios erosivos sobre a linha de costa é o aterramento das áreas de Planícies de marés e ecossistemas Manguezais associados (Figura 7). A Figura 7, mostra o processo evolutivo de intervenções antrópicas sobre a área de Planície de maré no bairro Coroa do Meio.



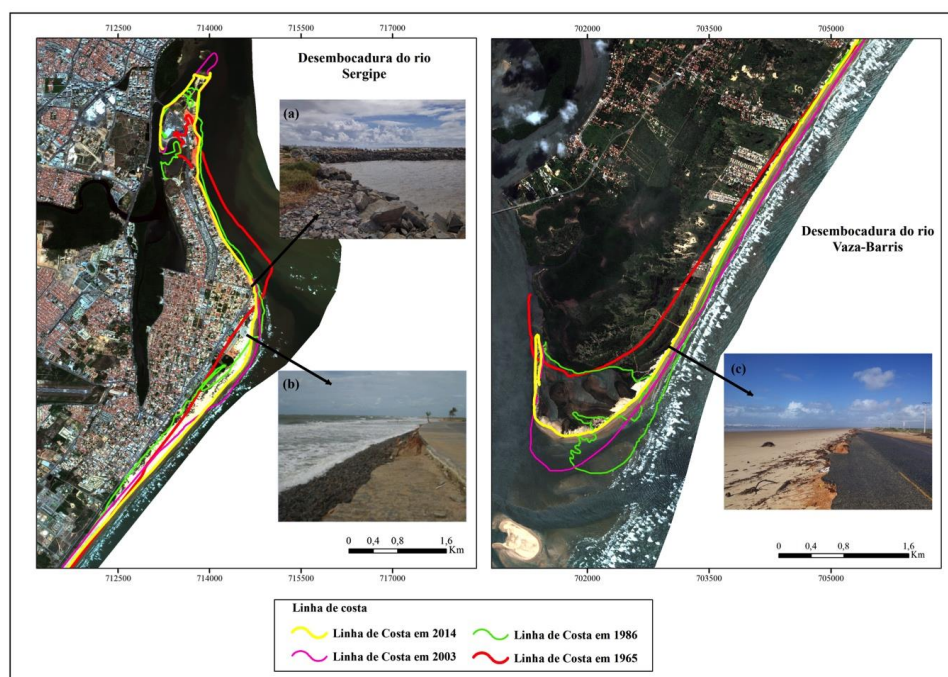


Figura 6 - Variabilidade do posicionamento da linha de costa de Aracaju/SE entre 1965 e 2014. Em (a): molhes de contenção. Em (b): erosão em 2007 da praça de eventos do bairro Atalaia. Em (c): erosão em 2008 na rodovia José Sarney. Fonte: Organização das autoras.

Entre 1955 e 1965 a área de Planície de maré e o Manguezal se desenvolveram na Coroa do Meio, devido à estabilização do substrato e em decorrência da ausência de ocupação humana (vide figura 7). Contudo, esse cenário inverteu-se a partir da década de 1970 com a urbanização do bairro e rápido aumento na ocupação o que ocasionou a redução da Planície de maré e consequentemente do manguezal (SANTOS, 2012). Verifica-se essa redução no ano de 2003, ilustrado na figura 7, e também no ano de 2014. A função da Planície de maré na área de estudo consistia em um molhe hidráulico, amortecendo a energia das ondas e marés mais altas, minimizando a possibilidade de episódios erosivos severos sobre a linha de costa (ANGULO, 1990). Em razão das alterações antrópicas, este ambiente perdeu sua função geoecológica, ocasionando o surgimento de áreas de risco à erosão.

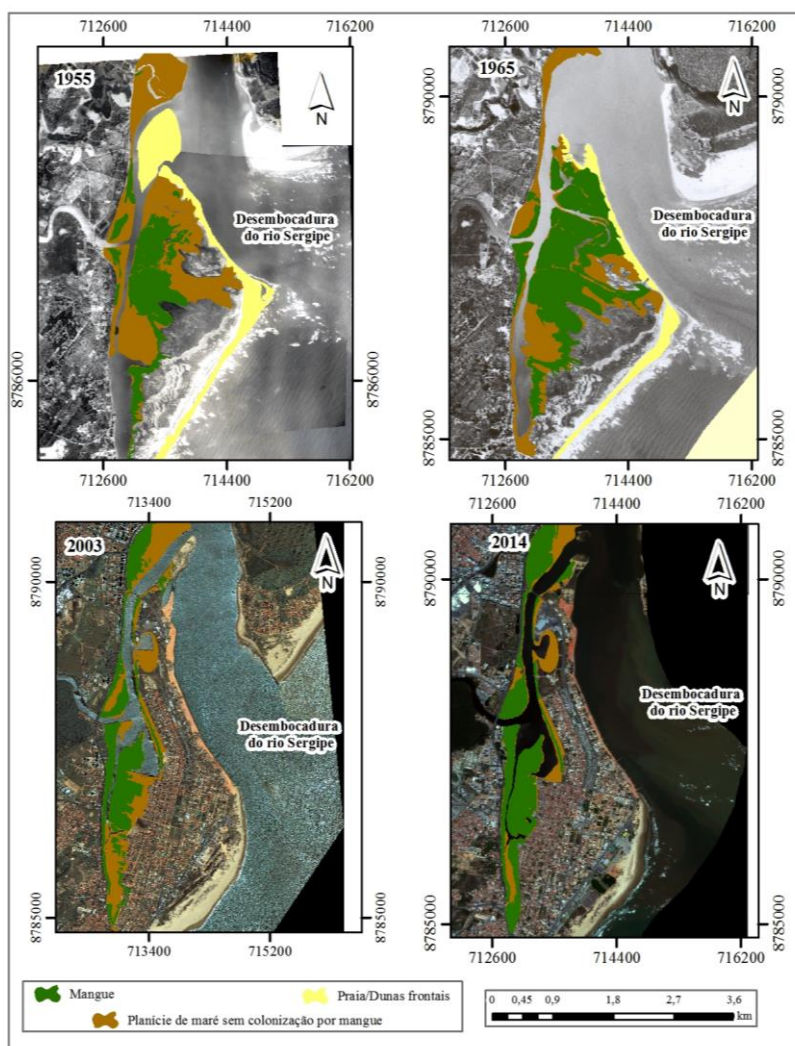


Figura 7 – Evolução das intervenções antrópicas que resultaram na redução da Planície de maré e do manguezal associado no Bairro Coroa do Meio em Aracaju-SE. Fonte: Organização das autoras.

Mesmo com esse histórico de impactos antropogênicos sobre os manguezais e a sua influência direta sobre os episódios erosivos na Coroa do Meio, os manguezais do município de Aracaju-SE continuam sendo degradados, em especial nas áreas localizadas nas proximidades dos bairros 13 de Julho e Jardins. Os antigos canais de marés que atualmente configuram canais de escoamento para o esgotamento sanitário deságuam sobre os manguezais depositando sobre o substrato resíduos sólidos poluentes e que contribuem para o cenário de mortandade do mangue conforme verifica-se na figura 8.



Figura 8 – Principais ações antropogênicas sobre os Manguezais do município nos últimos anos. Fonte: Organização das autoras.

Diante do cenário atual dos riscos aos quais a planície costeira de Aracaju está exposta, enfatiza-se os cenários prognósticos. A julgar pelo expressivo crescimento que a cidade vem passando nos últimos anos, associado a ausência de um planejamento eficaz para comportar tal aumento, acredita-se que em médio prazo o cenário será de ampliação das áreas de risco juntamente a efetivação destes.

Para o caso das áreas do município em que a malha urbana está consolidada e há massivo uso e ocupação do solo, o aumento populacional decorre do processo de verticalização. O problema decorrente desta expansão é o sobrecarregamento dos canais de escoamento, pois tornam-se muito mais suscetíveis ao transbordo nos períodos de maré mais elevada e/ou nos meses de elevada concentração pluviométrica. Para além desta problemática, há o aumento do despejo de resíduos tóxicos sobre as áreas de manguezais, que em médio prazo podem resultar no seu completo desaparecimento.

Já para as áreas em que a ocupação até então não é efetiva, os cenários futuros são ainda mais críticos. Tendo em vista que a área para onde o fluxo populacional de Aracaju tem se dirigido com mais intensidade, a Zona de Expansão, é uma das que apresenta maior fragilidade ambiental, associado ao modo como a ocupação tem ocorrido, o resultado será o acréscimo das áreas sujeitas a riscos, principalmente referente aos alagamentos.



#### **4. Considerações Finais**

A partir das análises realizadas percebe-se que a intervenção antrópica foi a principal desencadeadora de mudanças ambientais que acarretaram no surgimento e potencialização dos riscos na planície costeira de Aracaju. Ao se especializar sobre uma paisagem, cujas características revelam elevada vulnerabilidade natural, a influência antrópica agiu no sentido de modificar as estruturas naturais preexistentes não levando em consideração a dinâmica natural destas unidades.

Conforme os resultados desta pesquisa mostraram, os principais riscos para a área investigada referem-se aos relacionados à alagamentos e à erosão costeira. Os riscos relacionados aos alagamentos foram ocasionados devido à canalização de antigos canais de maré nas proximidades da desembocadura do rio Sergipe e devido ao aterramento das lagoas na zona de expansão urbana da cidade. Esses dois elementos da paisagem costeira possuíam como função a realização da macrodrenagem do município. Os riscos relacionados à erosão costeira se dão principalmente devido ao desmonte das dunas frontais e ao aterramento das áreas de planícies de marés com a importante função geoecológica de atuar como molhe hidráulico minimizando a energia das ondas e das marés mais altas. Para além da erosão costeira, as áreas de Manguezais continuam sofrendo processos de degradação oriundos do lançamento de dejetos do esgotamento sanitário da capital, afetando de forma crucial esse ecossistema, no sentido da perda de espécies de mangue e na contaminação da fauna associada, que constitui fonte de renda para os pescadores locais.

Ante o exposto, análises projetivas indicam que os cenários futuros revelam o agravamento e surgimento de novas áreas de riscos. Tal conjuntura é decorrente da crescente expansão urbana de Aracaju sobre áreas extremamente vulneráveis, que resulta na sobreposição, por vezes incompatível, de estruturas urbanas a estruturação natural das feições componentes da paisagem costeira.

A fim de minimizar os danos oriundos das mudanças ambientais provocadas na área investigada, faz-se necessário a elaboração de um plano de ação que vise o ordenamento da ocupação em toda planície costeira. Para as áreas em que a ocupação é efetiva, indica-se a mitigação dos danos gerados associados à recuperação das funções ecológicas das unidades afetadas. Já para porção do município em que ocupação é moderada, não obstante a análise prognóstica indicar contínuo aumento, propõe-se a manutenção das unidades geoecológica costeiras como dunas, manguezais e lagoas, as quais possuem funções ecológicas de extrema importância dentro do sistema costeiro, associada a realização de um sistema de macrodrenagem que comporte o contínuo aumento populacional.

De tal modo reforça-se a importância do estudo relacionados aos riscos, tal como dos seus agentes desencadeadores, dentro das ações do planejamento ambiental, principalmente para sistemas complexos como a paisagem costeira.

## 5. Bibliografia

- ANGULO, R. J. (1990). O manguezal como unidade dos mapas geológicos. *Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira*. v. 2, p.54-62.
- ANGULO, R.J. (1993). A ocupação urbana do litoral Paranaense e as variações da linha de costa. *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba: v.41, p.73-81.
- BIRD, E. (2008). *Coastal Geomorphology: an introduction*. John Wiley & Sons: Geostudies.
- BRASIL. (1896). *Cartas Náuticas*. Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e navegação.
- BRASIL. (1914). *Cartas Náuticas*. Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e navegação.
- COOPER, J.A.G. (2002) - The role of extreme floods in estuary-coastal behaviour: contrasts between river-and tide dominated microtidal estuaries. *Sedimentary Geology*. 150: 123-137.
- EMURB. (2010). Gestão integrada das águas urbanas em Aracaju-SE/Brasil. Aracaju: Relatório do Diagnóstico Qualitativo.
- FITZGERALD, D.M. (1982). Sediment Bypassing at Mixed Energy Tidal Inlets. *Coastal Engineering*. n. 18.
- PAJAK, M.J.; LEATHERMAN, S. (2002). The high water line as shoreline indicator. *Journal of Coastal Research*, 18(2), 329-337.
- PSUTY, N.P. (2004). *The coastal foredune: a morphological basis for regional coastal dune development*. In: PSUTY, N.P.; MARTÍNEZ, M.L. *Coastal Dunes: Ecology and Conservation* (pp.3-7). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V.da; CAVALCANTI, A.P.B. (2004). *Geoecologia das Paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Editora UFC.
- SANTOS, G. C (2012). *Dinâmica da paisagem costeira da Coroa do Meio e Atalaia – Aracaju/SE*. Dissertação de Mestrado. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- WRIGHT, L.D. (1977). Sediment transport and deposition at river mouths: A synthesis. *Society America Bulletin*. v. 88, p.857-868.



# **CARACTERIZAÇÃO DOS EPISÓDIOS DE INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES: O CASO DOS RIOS MURIAÉ, PARAÍBA DO SUL E URURAI**

Y. S. Verling<sup>(a)</sup>, R. R. Amorim<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia de Campos/Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense (UFF)

yago\_verling@id.uff.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

raul\_reis@ige.unicamp.br

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho é analisar a distribuição espacial e temporal dos episódios de inundações no município de Campos dos Goytacazes, enfatizando as áreas urbanas. Para atender aos objetivos propostos, adotou-se os seguintes procedimentos: inventário cartográfico temático referentes aos aspectos naturais e de infraestrutura da área em estudo; identificação das áreas sujeitas a inundações; construção de banco de dados para espacializar e temporalizar os episódios de inundações em documentos oficiais, assim como em jornais eletrônicos; e, por fim, a consulta do Plano Diretor Municipal para verificar que diretrizes foram apontadas para a questão das inundações na cidade. Verificou-se que a área urbana de Campos dos Goytacazes é afetada por inundações periódicas, e que a partir da inundação de 1966, o poder público interveio na área, realizando obras para diminuir o efeito das inundações.

**Palavras chave:** inundações, riscos, bacia hidrográfica, área urbana.

## **1. Introdução**

A ausência de instrumentos eficientes de planejamento desencadeia uma sequência de problemas aos cidadãos, tendo em vista que, são nas cidades que é possível se observar, as mais variadas formas de interferência urbana sobre os sistemas naturais que podem acarretar em vários problemas sociais e ambientais.

Um dos problemas que tem afetado as cidades com grande frequência e intensidade são as inundações. Destaca-se como possíveis causas: o crescimento de área impermeabilizada; a falta de bueiros e por vezes a precária manutenção dos mesmos; a ocupação de planícies de inundação; a compactação do solo decorrente da expansão das áreas de pastagens e implantação de pecuária extensiva nas áreas adjacentes das cidades compactação do solo. Esses fatores levam ao aumento da vazão fluvial, comprometendo o sistema de drenagem das cidades, já que por vezes o mesmo não consegue comportar o fluxo hídrico.

Segundo UN-ISDR (2002) *apud* Amaral e Ribeiro (2009, p. 41):

As inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica. Sabe-se hoje que as inundações estão relacionadas com a quantidade e intensidade da precipitação atmosférica (Souza, 1998). A magnitude e frequência das inundações ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem.

As inundações são fenômenos naturais e ocorrem nas bacias de drenagem independente do seu tipo de ocupação. A ação antrópica pode contribuir para episódios de inundações mais frequentes e que causem maiores danos. Não apenas a ocupação das planícies de inundações por áreas urbanas, agrícolas, industriais ou extrativistas podem influenciar neste fenômeno. Temos que considerar também as alterações dos canais fluviais (retificação, desvios, alteração do nível de base, construção de barragens) ou mesmo o uso inadequado de seu entorno que aumentam os processos erosivos e, assim consequentemente ocasionam o seu assoreamento, amplificam os riscos da população situadas nas áreas atingidas.

O processo de ocupação do território brasileiro se deu inicialmente na zona costeira e as vilas eram fundadas próximas a corpos hídricos, e este padrão se observa em Campos dos Goytacazes, fundada em 1536, período em que o Brasil foi dividido em capitanias, couberam, por doação, a Pero Góis da Silveira as terras que:

"partindo das margens do rio Macaé, avançam 30 léguas para o Norte", compreendendo, em seus domínios, os extensos e formosos campos habitados, então, pelos índios Goitacazes, o que deu motivo a que ficassem conhecidos pela denominação de "Campos de Goitacazes". A doação citada foi efetuada por Dom João III, rei de Portugal, em "Carta Régia" datada de 28 de janeiro de 1536, e fora expedido a 29 de fevereiro do mesmo ano. A capitania em questão foi dada o nome de "Capitania de São Tomé" (IBGE, 1959, p. 222).

O donatário teve dificuldade em fixar-se na área, não por conta dos atributos naturais da área, mas sim, por conta dos ataques dos índios Goytacazes. Não obtendo sucesso, Pero Góis da Silveira regressou a Portugal e, em 1623, nova tentativa de colonização foi feita, desta vez, por Gil de Góis que tentou reerguer a capitania, resultando essa tentativa em um novo fracasso.

Em vista das dificuldades até então encontradas pelos colonizadores, foram as terras da capitania reintegradas aos bens da Coroa de Portugal, aos quais ficaram pertencendo. A 20 de agosto de 1627, quando, já então criado o Governo Geral, foram elas concedidas pelo governador Martins de Sá aos capitães: Miguel Ayres Maldonado, Gonçalo Corrêa de Sá, Duarte Corrêa, Antônio Pinto Pereira, João de Castilho e Miguel da Silva Riscado. No dia 24 de dezembro de 1632, chegavam ao cabo de São Tomé os capitães e sem dúvida alguma, dentro das atuais fronteiras do município de Campos, foi esse o primeiro ponto do território a ser colonizado (IBGE, 1959, p. 222).

A área que hoje corresponde a área urbana de Campos dos Goytacazes foi apenas ocupada em 1676, recebendo o nome de Vila de São Salvador, situada às margens do rio Paraíba do Sul. No ano de 1833, foi criada a Comarca de Campos e, em 28 de março de 1835, a Vila de São Salvador é elevada à categoria de cidade, com o nome de Campos dos Goytacazes.

Segundo Soffiati (2014) pela cidade de Campos dos Goytacazes, ter sido instalada em uma imensa planície, as águas pluviais e fluviais, significam um enorme problema para o sistema de drenagem da cidade. Desta maneira a ocorrência de inundações estão ligadas a duas situações: a primeira, quando ocorrem precipitações com volume elevado in loco ou quando a montante, nas cabeceiras dos afluentes do rio Paraíba do Sul situados no interior do estado do Rio de Janeiro, e dos estados de Minas Gerais e São Paulo a precipitação é intensa, aumentando assim, a vazão da bacia de drenagem.

O exemplo de Campos dos Goytacazes mostra como as transformações geradas pela a expansão das cidades que crescem de forma não planejada, muitas vezes de forma espontânea podem agravar o efeito das inundações.

Com o intuito de que as cidades cresçam de uma forma ordenada e que garantam os direitos e a qualidade de vida a todos os habitantes, o governo federal, cria uma lei que obriga as cidades com mais de 20 mil habitantes a terem, um plano diretor. Assim, em 2008, o município de Campos dos Goytacazes, tem seu plano diretor aprovado, aonde o mesmo, tem o papel de organizar o crescimento e o funcionamento do município. “Plano Diretor pode ser definido como um conjunto de princípios e regras orientadoras da ação dos agentes que constroem e utilizam o espaço urbano.” (BRASIL, 2002, p.40).

Tendo o exposto, o objetivo deste trabalho é caracterizar os episódios de inundações na área urbana do município de Campos dos Goytacazes, indicando as áreas atingidas e o perfil da população exposta ao risco a novas ocorrências.

## **2. Material e Método**

### **2.1. Área de Estudo**

O município de Campos dos Goytacazes está situado na região norte do estado do Rio de Janeiro. Faz limite com municípios que integram a sua região administrativa, a região Norte Fluminense (Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Quissamã, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana e São João da Barra) municípios que estão em outras regiões administrativas do estado do Rio de Janeiro: a região Noroeste Fluminense, limitando-se com os municípios de Bom Jesus de Itabapoana e Italva, e a região Serrana, fazendo fronteira com o município de Santa Maria Madalena. No extremo norte, o município de Campos dos Goytacazes limita-se com o estado do Espírito Santo através do município de Mimoso do Sul (Figura 1).

A área total do município é de 4.040 km<sup>2</sup>, mas a área urbana apresenta uma menor extensão, pois corresponde a apenas a 1,45% da área total, sendo está dividida em dois grupos: a ocupação urbana de alta intensidade, que corresponde a 20,70 km<sup>2</sup> e, a ocupação urbana de média intensidade que chega a aproximadamente 38,10 km<sup>2</sup>.

A área urbana do município de Campos dos Goytacazes restringe-se ao distrito-sede, também denominado de Campos dos Goytacazes, mas este trabalho também irá considerar como área urbana toda a área considerada o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no censo demográfico realizado no ano de 2010, que também abarca as vilas dos demais distritos.

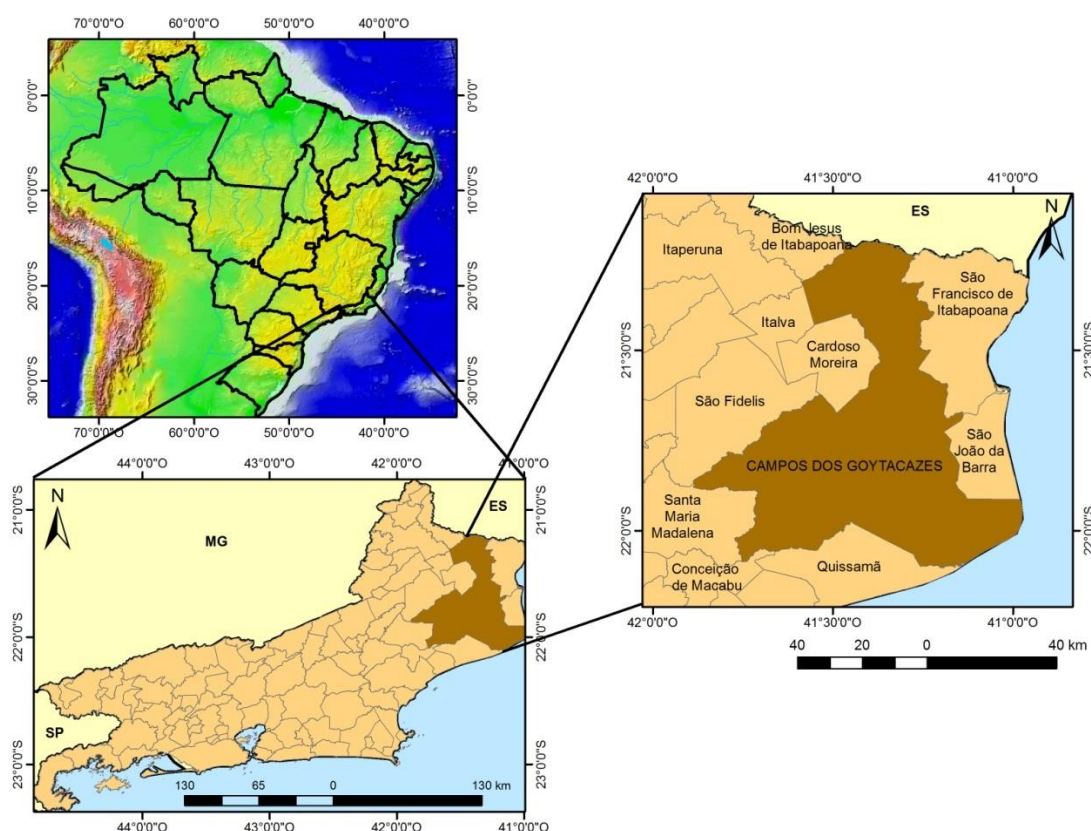


Figura 1 – Localização da área de estudo: Campos dos Goytacazes-RJ.  
Elaboração: Raul Reis Amorim

## 2.2. Procedimentos Metodológicos

Para atender ao objetivo proposto foi necessário realizar uma pesquisa bibliográfica sistemática referente a temática estudada em artigos publicados em periódicos, anais de eventos científicos, dissertações, teses, livros e relatórios técnicos.

Outra etapa da pesquisa está relacionada ao inventário cartográfico do município em estudo que apontem os aspectos físico-naturais e as áreas sujeitas a inundações.

Também foi necessário fazer uma pesquisa sobre os episódios de inundações que ocorreram na área em estudo. Como fontes de dados, recorremos a jornais que relatam a história do município de Campos dos Goytacazes e documentos oficiais disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres do Ministério da Integração Nacional (S2ID).

Identificando as áreas em que ocorreram os episódios de inundações, buscou-se informações coletadas no Censo Demográfico realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no que se refere a população exposta ao risco e a infraestrutura instalada nas áreas sujeitas a inundações.

### **3. Resultados e Discussões**

#### **3.1. Impacto sobre as águas urbanas com o desenvolvimento urbano**

É na metade do século XX, que o desenvolvimento urbano tem seu ápice, este processo acabou gerando, destruição de boa parte da fauna e flora, também acirrou a luta por espaço em locais favorecidos de recurso naturais, como a água e o solo. Este processo de desenvolvimento é caracterizado pelo adensamento populacional, em pequenos espaços de terra.

“O meio formado pelo ambiente natural e pela população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle pode levar a cidade ao caos”. (TUCCI, 2008, p. 97). Os autores enfatizam que é necessário a criação de instrumentos de gestão urbana que tenham como objetivo a organização da cidade na sua totalidade, e, neste caso, enfatiza-se o planejamento no uso e ocupação do solo, o gerenciamento dos recursos hídricos e toda a questão ambiental diretamente ligada as inundações.

Sendo assim, Tucci (2008, p. 97), organiza da seguinte forma, os componentes principais, da gestão das cidades:

- Planejamento e gestão do uso do solo: trata da definição, por meio do Plano Diretor Urbano, de como a cidade é prevista para ser ocupada e suas correções com relação ao cenário do passado e do presente;
- Infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte: planejamento e gestão desses componentes da infraestrutura que podem ser de atribuição de implantação pública ou privada, mas devem estar regulados pelo município;
- Gestão socioambiental: a gestão do meio ambiente urbano é realizada por entidades municipais, estaduais ou federais de acordo com a estrutura institucional. a gestão envolve a avaliação e aprovação de projetos, monitoramento, fiscalização e pesquisa para que o desenvolvimento urbano seja socioambiental sustentável.

Para Guerra e Marçal (2006) os processos de adensamento urbano e de industrialização, possuem papel determinante na degradação ambiental que é perceptível nas cidades. Desta



maneira, com o crescimento de áreas urbanas, a artificialização de áreas em detrimento da supressão de áreas com características naturais potencializa os riscos ambientais como as inundações, os movimentos de massa, a erosão costeira, a subsidência, os processos erosivos em estágios de ravinamento e voçorocamento dentre outros.

O planejamento urbano é essencial, para uma boa estruturação de uma cidade, desta forma o mesmo, é realizado para a cidade formal, enquanto que para cidade informal, outro tipo de abordagem será necessário, nesta serão analisadas as tendências de ocupação. De acordo com Tucci (2008, p. 99), o que seriam os maiores e principais problemas, que geram inundação em áreas urbanas, seriam:

- Falta de tratamento dos efluentes domésticos que, em grande parte das cidades brasileiras não possuem sistemas de tratamento de esgoto que atendam toda sua extensão, e por não atender a demanda, lançam os efluentes nos canais, ou mesmo ocorrem as ligações clandestinas que se comunicam com a rede de esgotamento pluvial, que escoam pelos rios urbanos;
- Algumas cidades optaram por implantar as redes de esgotamento sanitário (muitas vezes sem tratamento), mas não implementam a rede de drenagem urbana, sofrendo frequentes inundações com o aumento da impermeabilização;
- A ocupação do leito de inundação ribeirinha, sofrendo frequentes inundações;
- A impermeabilização e canalização dos rios urbanos com aumento da vazão de cheia (sete vezes) e sua frequência; aumento da carga de resíduos sólidos e da qualidade da água pluvial sobre os rios próximos das áreas urbanas;
- A deterioração da qualidade da água por falta de tratamento dos efluentes tem criado potenciais riscos ao abastecimento da população em vários cenários, e o mais crítico tem sido a ocupação das áreas de contribuição de reservatórios de abastecimento urbano que, eutrofizados, podem produzir riscos à saúde da população.

Tendo o exposto, é necessário ressaltar que os corpos hídricos apresentam variação na sua vazão, e esta tem relação direta com a distribuição das precipitações. Os rios urbanos, assim como os rios de áreas com cobertura vegetal natural e/ou áreas agrícolas apresentam ciclos de cheias e vazantes, e estes podem ser potencializados pela urbanização, com a criação de canais e a já supracitada impermeabilização da superfície.

Conforme Reis, Amorim e Ferreira (20015) a legislação brasileira prevê que o entorno dos corpos hídricos seja margeado por matas ripárias. As Áreas de Proteção Permanentes (APPs) elas variam em relação a largura dos canais. Nas áreas urbanas a presença da mata ciliar é rara principalmente pelo processo histórico de ocupação das cidades, que no passado ocupavam as margens dos rios para obterem com facilidade a água para atender as suas diferentes necessidades.

Nas áreas urbanas que as margens são habitadas as cheias acabam se transformando em um transtorno para a sociedade. Tucci (2015) afirma que nas áreas urbanas por conta do grande percentual de áreas impermeabilizadas, à medida que ocorre o aumento da precipitação ocorre consequentemente o aumento do escoamento pluvial que transferem grande parte da água que deveria infiltrar para os canais, aumentando assim o seu volume de água de forma muito rápida. Conforme Cruz, Souza e Tucci (2007) e Tucci (2008) as inundações geradas pela urbanização estão relacionadas com a eliminação dos pontos de retenção natural da água. Com o aumento das áreas impermeabilizadas, elimina-se a rugosidade da bacia hidrográfica. Os pequenos canais que existiam, na configuração primária da bacia, são substituídos por tubulações de drenagem, rios são ratificados, e o plano de escoamento superficial, acabam sendo subdimensionados. Consequentemente, estas ações do homem, sobre a bacia de drenagem, aumentam o escoamento superficial. O volume, que antes escoava vagarosamente sobre o solo, e ficava detido pelas plantas, agora escoam nos canais, demandando uma maior capacidade, de escoamento do mesmo, onde normalmente estes não possuem uma capacidade de suportar as grandes quantidades de águas em períodos de grandes precipitações.

É importante destacar o que aponta Tucci (2008) ao comparar as áreas urbanas com as áreas ribeirinhas. O que o autor chama de área ribeirinha as áreas em que os rios possuem dois leitos: o leito menor e o leito maior. O primeiro é onde a água escoam na maior parte do tempo, enquanto o segundo é estão ocupando uma área de extravasamento dos rios, que é inundada em média a cada 2 anos. O problema de inundação se dá neste caso, quando a população ocupa totalmente ou parcialmente o leito maior dos rios, estando sujeito a inundação. (TUCCI, 1999).

Reis, Amorim e Ferreira (2015) e Tucci (1999) apontam que é necessário para a elaboração de propostas de planejamento e gestão de áreas com risco a inundações o conhecimento da dinâmica natural da bacia hidrográfica como um todo, como também detalhar o uso e ocupação das terras das áreas sujeitas a inundações. A partir da compreensão da dinâmica dos sistemas naturais e antrópicos, o poder público terá fundamentos para determinar que medidas deverão ser tomadas. Tais medidas devem ser definidas em duas instâncias: a primeira, no que tange a escala temporal – medidas de curto, médio e longo prazo; e a segunda, no que se refere ao tipo de intervenção: estruturais e não-estruturais.

### **3.2. As inundações na área urbana de Campos dos Goytacazes: distribuição temporal e espacial**

O município de Campos dos Goytacazes apresenta desníveis altimétricos bastante significativos: apresenta aproximadamente 60% de seu território situado a altitudes inferiores a 20 m, principalmente coincidindo com a área dos Depósitos Sedimentares Quaternários, compostos por materiais de origem fluvial, lacustre e marinho, e o restante do território é constituído em sua maioria por litoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico, chegando a atingir mais de

1.600 metros de altitude. Na zona limitiforme entre os Depósitos Sedimentares Quaternários e a zona do Cinturão Orogênico do Atlântico, cerca de 10% da área do município são recobertas rochas sedimentares da Formação Barreiras, que correspondem aos Depósitos Sedimentares Terciários (AMORIM, 2014).

A área urbana do município de Campos dos Goytacazes situa-se sobre os Depósitos Sedimentares Quaternários. Estes têm sua origem associada a uma série de eventos de sedimentação origem continental, como também transicional/marinho responsáveis pela configuração das planícies do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Este conjunto faz limite, na porção continental, com rochas do embasamento cristalino de diferentes litologias e idades, e para o lado oceânico com uma ampla plataforma continental constituída por uma sedimentação marinha quaternária, onde ocorrem depósitos antigos e recentes que se organizam discordantemente sobre as unidades estratigráficas terciárias da Bacia de Campos (AMORIM, 2014).

No município de Campos dos Goytacazes existem áreas naturalmente inundáveis (as áreas de várzea) que margeiam os rios, lagoas e lagunas situados em área com altitude inferior a 10 metros. Tais áreas que durante os eventos de precipitação elevada ocasionam as inundações.

O inventário dos episódios de inundação aponta que além do rio Paraíba do Sul, as margens do rio Muriaé, do rio Ururaí, e as margens da Lagoa de Cima e da Lagoa Feia são periodicamente afetadas pelas inundações. Cabe ressaltar que no caso dos rios Paraíba do Sul e Muriaé nem sempre as inundações estão vinculadas a volumes elevados de precipitação na área *in situ*. Já o rio Ururaí e a Lagoa de Cima têm sua vazão incrementada quando ocorrem grandes volumes de chuva na localidade do Imbé, porção serrana do município de Campos dos Goytacazes. Os canais costeiros e a Lagoa Feia estão sujeitas a inundações por concentração da precipitação *in loco*.

Reis, Amorim e Ferreira (2015) fazem uma discussão sobre as áreas sujeitas a inundação da bacia hidrográfica do rio Muriaé a montante do município de Campos dos Goytacazes. A topografia e a declividade da área fazem com que cerca de 50% da área de estudo seja sujeita a inundações. AS inundações nas localidades a montante de Campos dos Goytacazes (Cardoso Moreira e Italva) atingem a vila de Três Vendas, antes de desaguar no rio Paraíba já nas proximidades da área urbana.

A caracterização dos episódios de inundações e seus impactos associados ocorreram a partir da consulta de duas fontes: a primeira, reportagens de jornais que retrataram notícias das inundações anteriores a década de 1990, e a segunda fonte foi a consulta do banco de dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID, vinculado ao Ministério da Integração Nacional, no qual a Defesa Civil municipal ou Prefeitura municipal registraram notificações dos episódios. Os dados mais recentes apresentam informações sobre as causas do evento, detalhes das áreas atingidas e principais impactos.

A ocorrência de inundações são se dão apenas na área urbana. Cabe ressaltar que conta da configuração geológico-geomorfológica do município, o modelo proposto pelo projeto do Serviço Geológico do Brasil/CPRM organizado por Bittar (2015) indica que as áreas sujeitas a inundações correspondem a aproximadamente 60% da área total do município, coincidindo com as Planícies Quaternárias. A suscetibilidade a inundações varia de baixa a alta, conforme a Figura 2.

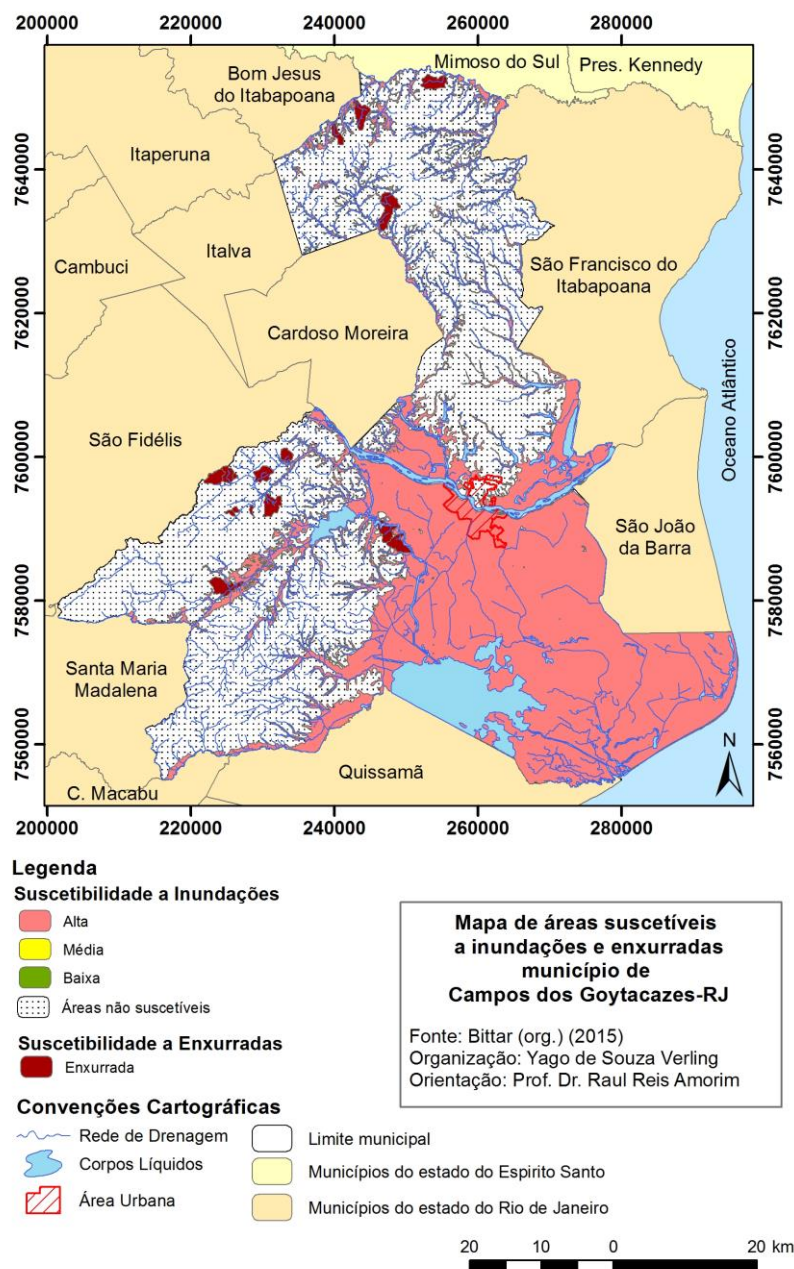


Figura 2 – Mapa de áreas suscetíveis a inundações e enxurradas do município de Campos dos Goytacazes-RJ.

O jornal local Ururau (2012) e o Jornal *On Line* Terceira Via, indicam informações dos episódios anteriores a 1991. As reportagens apresentam apenas informações de inundações que ocorreram nas décadas de 1940 a 1980 conforme a Tabela 1.

Uma consequência da grande inundação de 1966 foi a implantação de medidas estruturais na área urbana com objetivo de conter o efeito das inundações:

Por causa dos efeitos devastadores desta enchente, deu-se início a uma grandiosa obra de controle de cheias na região realizada pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS). O órgão tinha como metas de trabalho finalizar os diques da margem direita do Paraíba e inverter o sentido do fluxo dos canais afluentes de drenagem no sentido da Lagoa Feia. A partir da lagoa, essas águas seriam vertidas para um único canal (Canal das Flechas) diretamente para o mar pela Barra do Furado.

Posteriormente a essas obras, foram construídas seis tomadas d'água controladas por comportas no Rio Paraíba do Sul e direcionadas para a irrigação e drenagem das águas pluviais. Essas tomadas d'água somadas aos canais principais e aos canais secundários possuem cerca 1300 km de extensão. Atualmente, pela falta de manutenção, por muito tempo estavam em estado de abandono tendo grande responsabilidade pela suscetibilidade a enchentes.

Foram construídos também 65 km de diques com uma altura de 12 metros baseado em cálculos para uma elevação do nível d'água do Rio Paraíba em até 5 metros acima da situação média, sem ocorrer extravasamento. Mesmo assim, as obras de engenharia realizadas pelo DNOS não foram capazes de conter a enchente ocorrida em janeiro de 2007 que superou a do ano 1966 se tornando a maior enchente da história. Com o transbordamento do rio Paraíba do Sul, inundando várias cidades da região, causando danos que só foram sanados anos mais tarde. (URURAU, 2012, p. 2)

Tabela 1 – Informações sobre os maiores episódios de inundações na área urbana de Campos dos Goytacazes entre 1943 e 1984.

Período	Áreas atingidas	Impactos associados
Janeiro/1943	Área comercial e residencial	Comprometimento de atividades econômicas, população desalojada e desabrigada (sem números exatos)
Verão/1966	Área comercial, área residencial e área rural	Arruinou toda a lavoura de cana-de-açúcar. Impactos para as atividades econômicas e de serviços. Registro de 11 mil desabrigados na área urbana
Verão 1968	Área comercial e área residencial	Obstrução das ruas da cidade. Impactos nas atividades econômicas. Desabrigados (número não informado)
Verão de 1984	Área comercial e área residencial	Obstrução das ruas da cidade. Impactos nas atividades econômicas. Desabrigados (número não informado)

Fonte: URURAU (2012) e Jornal *On Line* Terceira Via (2014).

Já no que se refere aos episódios de inundações posteriores a 1990, os dados estão sistematizados no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID, no qual o formulário AVADAN encaminhado pela defesa civil municipal está disponível. Tal formulário apresenta uma descrição da abrangência do fenômeno, áreas atingidas e principais consequências. Durante a década de 1990, nenhum episódio de inundação foi registrado. O

primeiro registro se dá em 2003 (02/04/2003), e não é decorrente de grandes volumes de precipitação, mas sim de um desastre tecnológico, decorrente da Rompimento de reservatório de produtos químicos da fábrica Cataguazes Papéis Ltda, que atingiu a área urbana de Campos dos Goytacazes a partir do rio Muriaé.

Em fevereiro de 2004, e no verão de 2005 o município de Campos dos Goytacazes volta a ser afetado por inundações graduais decorrente do aumento de volumes de precipitação em toda a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Especificamente para estes episódios, a Defesa Civil não detalhou o AVADAN e o poder público não decretou emergência ou calamidade pública, sinal que os danos puderam ser resolvidos pelo poder municipal.

Nos verões de 2006, 2007 e 2008 a área urbana de Campos dos Goytacazes volta a ser atingida por inundações bruscas, decorrentes de grande volume de precipitação in loco e também a montante. Ressalta-se o caso da inundação de 2007, considerada a mais grave no que tange aos danos causados. Este episódio fez com que 48.068 pessoas fossem desalojadas, 8.345 desabrigadas, 117 pessoas levemente feridas, 1506 pessoas enfermas e também ocorreu 04 óbitos, no total sendo 100.145 pessoas afetadas. A defesa civil relata no documento impactos importantes as atividades econômicas tanto na área urbana e também na rural, como também danos na infraestrutura da cidade, como os danos da ponte General Dutra, da rodovia BR-101 que teve foi implodida em julho do mesmo ano.

As inundações de 2008 e 2010 afetaram apenas o trecho ao entorno da Lagoa de Cima e na área urbana apenas os bairros de Ururaí e Tapera.

Após o ano de 2007, a área central da cidade de Campos dos Goytacazes não foi mais atingida. O episódio do ano de 2009 afetou gravemente o subdistrito de Guarus, enquanto os episódios de 2011 e 2012 afetaram a localidade de Três Vendas. Em 2011, 20.000 pessoas foram afetadas, sendo que. 1.600 pessoas desalojadas e 400 pessoas desabrigadas.

O episódio que foi mais noticiado pela mídia e causou grandes impactos foi a inundação que ocasionou o rompimento da BR-356 em janeiro/2012 (REIS, AMORIM E FERREIRA, 2015). Com o rompimento da estrada que segundo o poder público funcionava como um dique, toda a localidade de Três Vendas situada a margem do rio Muriaé. Este episódio fez com que 2947 pessoas foram desalojadas e 129 desabrigadas. No registro da defesa civil ainda relata que serviços públicos foram interrompidos por conta do comprometimento da infraestrutura de duas escolas e um posto de saúde. Este episódio de inundação também afetou o cultivo de cana-de-açúcar, a produção leiteira, além de prejuízos financeiros a estabelecimentos comerciais.

#### 4. Considerações Finais

A área urbana de Campos dos Goytacazes tem sofrido ao longo de sua história com episódios de inundações que afetam a dinâmica urbana, não afetando apenas as moradias, mas também as atividades produtivas e os diversos serviços.

É importante conhecer a magnitude e a ocorrência dos episódios de inundações, pois a sistematização de bancos de dados dos episódios pretéritos são fundamentais para as tomadas de decisões futuras.

No caso do Brasil, os dados referentes a inundações são estão sistematizados em uma única fonte de dados. As informações referentes aos episódios anteriores a década de 1990, não constam no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), desta forma, sendo necessário consultar outras fontes de informação, e para este trabalho, consultou-se jornais disponíveis na internet.

Os registros apontam que as áreas ao entorno dos rios Muriaé, Paraíba do Sul e Ururaí são as que os episódios de inundações são mais recorrentes. Também foram afetadas as áreas que margeiam as lagoas existentes no município.

As ações de mitigação no que tange às inundações estão indicadas no Plano Diretor municipal, que aponta ações estruturais e não-estruturais visando diminuir os impactos deste fenômeno nas áreas afetadas. Verificou-se que a ação do poder público, em especial da Prefeitura Municipal, ainda é incipiente e, que nos últimos 20 anos, restringiu-se à execução parcial das obras indicadas no Plano de Macrodrenagem municipal e ao processo de realocação das famílias situadas nas áreas de risco.

#### 5. Bibliografia

- Amaral, R. e Ribeiro, R. R. Inundação e Enchentes. In: Tominaga, L. K.; Santoro, J.; Amaral, R. (org) (2009). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo : Instituto Geológico.
- Bittar, O. Y. (2015). *Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000*. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília, DF : CPRM – Serviço Geológico do Brasil.
- Cruz, M. A. S; SOUZA, C. F; TUCCI, C. E. M. (2007). *Controle da Drenagem Urbana no Brasil: Avanços e Mecanismos para sua Sustentabilidade*. (pp.1-18) XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.
- Guerra, A. J. T.; Marçal, M. S. (2006). *Geomorfologia Ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- IBGE (1959). *Enciclopédia dos municípios brasileiros: volume 22*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Jornal On Line Terceira Via (2014). *Senhora de 84 anos relembra histórias do rio Paraíba do Sul*. Disponível em: <<http://www.jornalterceiravia.com.br/noticias/camposdosgoytacazes/58579/senhorade84anosrelembrahistoriasdorioparaibadosul>>. Acesso em 26/03/2016.
- Reis, C. H; Amorim, R. R; Ferreira, C. (2015). Caracterização do uso e Ocupação das Terras de Áreas com Risco à Inundação em Cardoso Moreira e Italva, Rio de Janeiro. *Caminhos da Geografia*. Uberlândia, 16,(55), 1-17, Set/2015.

- S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. (2015). *Banco de dados e registro de desastres*. Disponível em: <<http://s2id.mi.gov.br>>. Acessado em: 25 fevereiro 2015.
- Soffiati, A. (2014). *As carências de Campos dos Goytacazes (RJ) e os Novos Empreendimentos regionais à Luz da Dimensão Ambiental*. Disponível em: <<http://portal.rebia.org.br/arthur-soffiati/8413-as-carencias-de-campos-dos-goytacazes-rj-e-os-novos-empreendimentos-regionais-a-luz-da-dimensao-ambiental>>. Acessado em: 25 fevereiro 2015>.
- Tucci, C. E. M. (2008). Aguas Urbanas. *Estudos Avançados*. 22, (63), 97-112.
- Tucci, C. E. M. Inundações Urbanas. In: Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. (2015). *Drenagem urbana*. (pp. 15-38). Porto Alegre: ABRH.
- Tucci, C.E.M. (2009) *Aspectos Institucionais no Controle de Inundações*. I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Brasília. 1999. Disponível em: <<http://rhama.net/download/artigos/artigo9.pdf>> Acesso em: 31 de março de 2016.
- URURAU. (2012) *Enchentes do Rio Paraíba do Sul fazem parte da história de Campos*. Disponível em: <<http://www.ururau.com.br/cidades10496>>. Acesso em: 25/03/2016.

## 6. Agradecimentos

Ao financiamento concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Processo nº.2016/00007-3.





## VULNERABILIDADE AMBIENTAL NOS PERIÓDICOS GEOGRÁFICOS BRASILEIROS<sup>1</sup>

A. L. Gomes Filho<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup>Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade/Escola de Artes, Ciências e Humanidades,  
Universidade de São Paulo  
andrelgfilho@usp.br.

### Resumo

O presente artigo objetiva discutir a tradição dos geógrafos na realização de estudos acerca dos *hazards*, riscos e perigos provenientes dos sistemas naturais e não naturais aos quais a sociedade e os ambientes urbanos são vulneráveis, e a produção científica desta temática nos periódicos geográficos brasileiros. Com base em três periódicos geográficos brasileiros pertencentes aos dois maiores estratos indicativos de qualidade da produção científica no Brasil, A1 e A2 no sistema Qualis/CAPES, verificamos a publicação de artigos com essa temática entre os anos de 2009 e 2014 no Brasil com o objetivo de identificar as contribuições da geografia à esta temática. O referido tema emerge nas publicações da área de geografia como expressão da necessidade de formulação de políticas públicas mais efetivas à gestão do território, considerando a percepção desta vulnerabilidade pela população exposta, desde seu grau de exposição até sua capacidade de reação e enfrentamento aos riscos. Três questões alicerçam a contribuição da geografia nos estudos dos riscos e vulnerabilidades aos *hazards*: a interdisciplinaridade, o trabalho de campo em geografia e o uso de geotecnologias. Para realizar esta discussão 10 artigos foram compilados, nos quais observamos as contribuições dadas pela geografia à temática da vulnerabilidade e dos riscos na produção científica dos periódicos brasileiros. As conclusões desta discussão corroboram a contribuição da interdisciplinaridade, do trabalho de campo em geografia e das geotecnologias aos estudos ambientais publicados no Brasil abordando o tema.

**Palavras chave:** geografia, políticas públicas, riscos ambientais

### 1. Introdução

O estudo dos riscos ambientais possui tradição em diversos campos das ciências, razão pela qual a polissemia dos termos utilizados para fazer referência a estes estudos aproximam e distanciam as diferentes áreas do conhecimento, causando uma fragmentação de perspectivas na abordagem dos chamados *hazards*, aqui compreendidos como riscos e perigos provenientes dos sistemas naturais e não-naturais aos quais a sociedade e o ambiente são vulneráveis. Os riscos e perigos passaram e ainda passam por uma histórica discussão semântica, contudo, são aqui compreendidos com base nas ideias de insegurança e incerteza (Marandola Jr. & Hogan, 2004).

---

<sup>1</sup> Artigo derivado do Trabalho de Conclusão de Curso de título Qualidade ambiental em áreas urbanas: conceitos e metodologias nos periódicos geográficos brasileiros (2009-2014) apresentado ao curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP em dezembro de 2015 sob orientação do Prof. Dr. André Eduardo Ribeiro da Silva.

Entende-se como risco a probabilidade de um perigo se efetivar e gerar um desastre, enquanto o perigo é a efetivação de um desastre derivado de um risco anteriormente existente, assim, não há perigo sem risco.

Motivadas pelos movimentos da *U.S. Corps of Enginners* (Corpo de Engenheiros dos EUA) no combate às enchentes em 1927 e pelos denominados 308 informes apresentados ao Congresso norte- americano em 1933 com detalhes das intervenções urbanas necessárias à minimização da vulnerabilidade urbana aos *hazards*, diversas áreas do conhecimento são chamadas a discutir as lacunas existentes nesta visão tecnocrática da gestão do espaço urbano, entre as quais figuram os geógrafos contribuindo com um viés integrador na construção de soluções para as vulnerabilidades ambientais urbanas frente aos riscos e perigos, tivessem origem natural ou não. Nesta arena de discussão das alternativas para a gestão de políticas públicas e intervenções urbanas, a relação homem/natureza, sociedade/ambiente torna-se central na formulação de políticas territoriais urbanas, razão pela qual se desenvolve, a partir da década de 1920, entre os geógrafos a tradição de estudar os *hazards* (Marandola Jr. & Hogan, 2004).

Na contemporaneidade os estudos ambientais urbanos se inscrevem na denominada *sociedade de risco* (Beck, 1992) caracterizando-se por uma sobreposição de riscos e perigos oriundos de um quadro simultâneo de degradação ambiental e problemas sociais (Kowarick, 2002), articulando-se em diferentes escalas espaciais e configurando a *vulnerabilidade* (Marandola Jr. & Hogan, 2006). A vulnerabilidade enquanto conceito multidimensional, e em diálogo com a teoria da sociedade de risco, foi inicialmente trabalhada pela geografia por meio do olhar da geografia física, acrescentando ao longo do tempo as preocupações sociais e políticas de suas implicações na formulação do planejamento e de políticas públicas voltadas à gestão do território. Deste modo, a vulnerabilidade é aqui compreendida não apenas pelas condições sociais e econômicas das populações, mas também pelos riscos por elas percebidos, aceitos e por sua capacidade de reagir a eles (Marandola Jr. & Hogan, 2006).

Pensando neste breve histórico da contribuição dos geógrafos no estudo da vulnerabilidade ambiental urbana aos riscos e perigos e na produção científica dos periódicos brasileiros de geografia com esta temática propõe-se uma discussão sobre as contribuições da geografia no estudo da vulnerabilidade ambiental urbana no Brasil por meio de três Periódicos<sup>2</sup> brasileiros da área de Geografia. As classificações dos periódicos são, respetivamente, A1 e A2 no sistema *Qualis*<sup>3</sup>. O sistema utilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino

<sup>2</sup> Informações disponíveis em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/about>>; <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/about>>; <<http://www.geografia.ufpr.br/portal/publicacoes/>>. Último acesso em 09/05/2016.

<sup>3</sup> O sistema *Qualis* se caracteriza por avaliar os periódicos brasileiros e é mantido pela Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), relacionando e classificando as publicações voltadas à divulgação da produção científica dos Programas de Pós-Graduação quanto à circulação (local, nacional ou internacional) e à

Superior (CAPES)<sup>4</sup> categorizou, no ano de 2015, os periódicos “A” como aqueles de maior qualidade científica em sua área de avaliação, dividindo-os em dois níveis, o A1 representando o mais alto nível de qualidade científica e o A2 como seu subsequente. Na coleta dos dez artigos compilados neste trabalho foram realizadas buscas por meio de palavras-chave em cada uma das edições publicadas pelos periódicos abordados entre os anos de 2009 e 2014, considerando todos os artigos publicados cujas palavras-chave envolvessem os termos, *vulnerabilidade ambiental*, *risco ambiental* ou *perigo ambiental* por serem termos diretamente relacionados aos estudos dos *hazards* na perspectiva geográfica, como mostra a tabela a seguir.

Tabela I – Universo amostral da pesquisa

Periódico	CAPES 06/2015	Periodicidade	Número de edições analisadas	Recorte Temporal	Artigos Selecionados
<b>Mercator</b>	A1	Quadrimestral	19	2009-2014	2
<b>Sociedade &amp; Natureza</b>	A2	Quadrimestral	18	2009-2014	5
<b>RA’EGA</b>	A2	Quadrimestral	16	2009-2014	3
					<b>TOTAL: 10</b>

## 2. Vulnerabilidade sob o enfoque da geografia

A questão que se coloca no estudo geográfico dos riscos e perigos aos quais sociedade e ambiente estão vulneráveis é o desafio de formular políticas públicas frente às limitações das metodologias puramente quantitativas, cujos limites podem tornar as políticas ineficazes e gerar grandes dificuldades para responder aos problemas socioambientais do nosso tempo sem levar em conta a percepção desta vulnerabilidade pelo sujeito, seu grau de exposição e sua capacidade de reação aos riscos que o maculam. Assim, trata-se de uma temática imersa em relações sociais complexas nas quais a vulnerabilidade se coloca para os estudos ambientais como exposição das populações aos riscos e perigos inerentes aos *hazards* que as circundam, sejam eles ambientais, sociais, tecnológicos ou híbridos (Marandola Jr. & Hogan, 2004).

Marandola Jr. e D’antona (2014) fazem referência aos conceitos de vulnerabilidade, risco e desastres ambientais para defender a vulnerabilidade como um conceito promissor para analisar o grau de exposição das populações aos riscos e perigos em função de suas condições

qualidade (ABC) por área de avaliação. Para mais informações: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/classificacao-da-producao-intelectual>>

<sup>4</sup> A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) é a agência pública de pesquisa vinculada ao Ministério da Educação, órgão máximo da educação brasileira, responsável pela expansão, consolidação e avaliação dos programas de pós-graduação no Brasil. Para mais informações, acesse <<http://www.capes.gov.br/>>

socioeconômicas. Bem como para contribuir na construção de planos e políticas públicas voltadas à prevenção de desastres ambientais.

A presença dos geógrafos nas pesquisas dos problemas ambientais sob a perspectiva dos riscos e perigos contribuiu fortemente para que se observasse a pressão antrópica sobre os ambientes naturais, razão pela qual Marandola Jr. & Hogan (2004) apontam que o interesse pelo estudo dos *hazards* ganhou relevo entre os geógrafos especializados em áreas como a geologia e a geomorfologia, privilegiando um enfoque da geografia física nos estudos ambientais ainda que o emprego da geografia propicie a perspectiva integradora entre as dimensões sociais e naturais do ambiente.

Deste modo, o planejamento e a construção de políticas públicas voltadas à intervenção estatal na gestão dos riscos e vulnerabilidades ambientais passa por uma ampla discussão metodológica, sobretudo do ponto de vista da geografia. Essa problemática no Brasil ora tem sido abordada pelo viés quantitativo com a determinação das variáveis componentes de medidas sintéticas - lançando mão de dados secundários do IBGE<sup>5</sup> e outras instituições públicas - como também tem sido abordada qualitativamente por meio da realização de trabalhos de campo e coleta de entrevistas como fontes primárias para privilegiar a dimensão da vulnerabilidade percebida pela população em relação aos fenômenos ambientais, sociais e econômicos envolvidos na porção geográfica estudada.

Por essa razão Monteiro (1987) explicita: “executar um trabalho de espacialização [...] constitui um verdadeiro desafio, visto que não existe uma receita técnica calcada numa conceção teórico-metodológica pronta”. A abordagem dos riscos e da vulnerabilidade no campo dos estudos ambientais e da população (Marandola Jr. & Hogan, 2004) requer cuidados metodológicos que implicam na definição dos conceitos a serem trabalhados, abrindo um horizonte investigativo sobre a relação população-ambiente tanto no campo quanto na cidade, tarefa para a qual a investigação necessita de um escopo definido e integrado com os fatores naturais e sociais.

Como coloca Roggero (2012), toda pesquisa científica trilha um caminho de desconstrução, construção e eleição de conceitos para encontrar o percurso mais adequado à luz do tema definido, adotando procedimentos técnicos e metodológicos considerados necessários ao alcance dos objetivos científicos traçados pelo pesquisador.

Neste aspeto a questão metodológica e as técnicas de pesquisa empregadas são fundamentais no enfoque dado à questão dos riscos e da vulnerabilidade ambiental já que diferentes conceitos relacionados à temática são encontrados nos estudos científicos, sobretudo em ambientes urbanos, publicados nos periódicos geográficos brasileiros, entre os quais estão os conceitos de *vulnerabilidade ambiental*, *percepção ambiental*, *fragilidade ambiental*, *risco ambiental*,

---

<sup>5</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

*desastre ambiental, injustiça ambiental, desigualdade socioambiental, problemas ambientais, conflitos ambientais, entre outros.*

Essa multiplicidade de conceitos e sua utilização nas pesquisas científicas pode ser pensada de duas maneiras, Morato (2009) defende que as mais variadas áreas do conhecimento, tal como a economia, a estatística, as ciências sociais, o urbanismo, a geografia, entre outras, tem demonstrado preocupação com a qualidade de vida das populações, levando-as a investigarem a questão de acordo com os instrumentos técnicos e metodológicos disponíveis em suas respectivas áreas, de maneira que essas distintas abordagens culminaram em uma também multiplicidade de significados para estes conceitos, sendo a contribuição fundamental da geografia a que se refere à possibilidade de espacializar essa qualidade por meio de um mapeamento dos riscos e da vulnerabilidade, - cujas relações com o risco e o desastre ambiental estão no fato de que a ocorrência de um mesmo fenômeno se apresenta de formas distintas para cada pessoa, em cada localidade de maneira que suas reações à esse fenômeno também serão distintas e influenciadas pelas mais variadas circunstâncias - abarcando desde fatores físicos do ambiente, passando por questões psicológicas e chegando até as condições materiais de reprodução social, escolaridade, tipo de moradia, acesso a saúde e à infraestrutura, serviços públicos, entre outros. (Marandola Jr. & D'antona, 2014).

### **3. Interdisciplinaridade, Trabalho de Campo e Geoprocessamento**

A geografia tem contribuído para a realização destes estudos, como aponta Luchiari (2011), também na dimensão das ferramentas disponíveis para os estudos ambientais urbanos, por suas próprias técnicas de pesquisa e por seus métodos para o tratamento de dados e representação cartográfica dos ambientes estudados, como o sensoriamento remoto e geoprocessamento. Entre as ferramentas que se destacam no estudo dos riscos e vulnerabilidades oferecidas pela geografia estão a utilização de imagens orbitais, imagens de satélite, a utilização do sensoriamento remoto e as fotografias aéreas muito úteis à complementação dos dados colhidos em campo. No que tange às técnicas de pesquisa podemos nos referir diretamente à importância do trabalho de campo em geografia nos estudos ambientais, como ressalta Nucci (2010).

Mesmo que dados censitários forneçam uma base fundamental aos estudos ambientais em áreas urbanas, é o trabalho de campo em geografia o instrumento fundamental de coleta primária e direta dos dados, prevenindo não apenas as distorções que podem ocorrer em virtude do próprio dinamismo do espaço (Santos, 1999), mas também para evitar a generalização de certas conclusões e permitir a conferência de dados obtidos por meio das ferramentas anteriormente destacadas (Marandola Jr. e D'antona, 2014).

Assim, entende-se que o trabalho de campo pode ser e é, no âmbito dos estudos ambientais, a maneira de conferir a consistência dos dados coletados, a coerência dos resultados obtidos e o substrato que permite ao pesquisador projetar uma possível intervenção na realidade a partir da pesquisa realizada.

Já os métodos de tratamento de dados que permitem a representação cartográfica dos locais e dos fenômenos estudados tem demonstrado uma fundamental importância nos estudos dos riscos e vulnerabilidades por meio da utilização de imagens *raster*, com a análise de imagens de satélite e com a integração e tratamento de dados censitários e orbitais permitindo a construção de cartas-índice, cartas-síntese e de mapeamentos relacionados ao espaço urbano (Luchiari, 2011).

A preocupação de aliar o estudo da vulnerabilidade às políticas públicas e, sobretudo ao planejamento urbano tem aparecido constantemente no levantamento das pesquisas entre 2009 e 2014 no Brasil. Este panorama do planejamento reforça a geografia como ciência capaz de viabilizar a pesquisa, organizar seus resultados e disponibilizá-los cartograficamente por meio de *softwares* de geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), tratando os dados coletados em campo, em bases demográficas e censitárias e por meio de ferramentas de coleta de dados espaciais, necessários à melhoria da qualidade ambiental e da qualidade de vida da população das cidades brasileiras.

#### **4. Resultados e Discussão**

Há um significativo número de trabalhos sobre a temática que entre 2009 e 2014 lançaram mão da utilização de *softwares* e tecnologias de SIG, geoprocessamento e trabalho de campo para a espacialização dos riscos e da vulnerabilidade ambiental, como apontado na Tabela II.

Dentre os artigos citados verificamos métodos que privilegiam o caráter geotécnico do ambiente em sua interação com as pressões antrópicas (Calderano Filho, 2010) e as que se preocupam em primeiro momento com a dimensão habitável das cidades e a interação de seus habitantes com o ambiente natural (Gomes, 2011). Assim, mesmo em enfoques com diferentes abordagens verificamos o suporte oferecido pela geografia à realização de ambos os estudos, tanto Calderano Filho (2010) quanto Gomes (2010) utilizaram SIG, Geoprocessamento e recorreram ao trabalho de campo, orientados por um recorte espacial contextualmente geográfico para a coleta e o tratamento dos dados da pesquisa.

A análise leitura da Tabela II nos revela que sete dos dez artigos utilizaram *softwares* de SIG, Geoprocessamento e Trabalho de Campo em sua realização, e três que recorreram apenas ao Trabalho de Campo. A crítica acerca da ausência do trabalho de campo nos estudos ambientais se insere no contexto da realização de pesquisas baseadas em dados secundários espacializados

no gabinete, sem a possibilidade de comparação ou conferência no local, acarretando, eventualmente, generalizações inadequadas e ou a espacialização de realidades já alteradas pela dinâmica dos ambientes.

Tabela II – Utilização de técnicas e ferramentas geográficas de pesquisa

<b>Metodologias</b>	<b>SIG</b>	<b>Geoprocessamento</b>	<b>Trabalho de Campo</b>
Santos & Pinto (2010)	--	--	x
Calderano Filho (2010)	x	x	x
Gomes (2010)	x	x	x
Dias (2011)	--	--	x
Minaki & Amorim (2012)	x	x	x
Bargos & Matias (2012)	x	x	x
Bahr & Carvalho (2012)	x	x	x
Salles (2013)	--	--	x
Pinton & Cunha (2014)	x	x	x
Esdras (2012)	x	x	x

Portanto, no que diz respeito as técnicas e ferramentas geográficas de pesquisa perceber-se que a metade das pesquisas nesta amostra que utilizaram SIG, Geoprocessamento e Trabalho de Campo (Calderano Filho, 2010; Bargos & Matias, 2012; Pinton & Cunha, 2014; Gomes, 2010; Esdras, 2012; Bahr & Carvalho, 2012).

A preocupação em gerar dados estatísticos e censitários tratados e cartografados como substrato ao planejamento urbano e da paisagem, como apareceu nos artigos, se faz presente no conjunto dos estudos desta amostra, demonstrando que, nas publicações sobre o tema nos periódicos geográficos brasileiros entre 2009 e 2014, a geografia contribuiu como suporte técnico e teórico para o mapeamento e o tratamento dos dados obtidos.

Verifica-se também que entre os trabalhos que não recorreram ao mapeamento com a utilização das técnicas de SIG e Geoprocessamento utilizaram um recurso fundamental e próprio da ciência geográfica que é o Trabalho de Campo, demonstrando que tanto a pesquisa ambiental realizada por meio de dados estatísticos censitários quanto a realizada via coleta de dados diretamente em campo são viáveis do ponto de vista geográfico, já que a realização do estudo *in loco* foi o ponto em comum entre as que utilizaram SIG e Geoprocessamento e as que não utilizaram.



No caso das pesquisas que utilizaram geotecnologias o trabalho de campo em geografia se constituiu como mecanismo de confirmação de dados obtidos por geotecnologias, enquanto nas que não recorreram às geotecnologias o mesmo funcionou como fonte primária de dados.

Nesse sentido o trabalho de campo também funciona como mecanismo de convergência dentro dos próprios estudos em geografia, superando a ambiguidade e a aparente dicotomia entre os fatores físicos e humanos, abarcando todos os elementos materiais e também imateriais presentes no espaço geográfico, desde as construções humanas, às formações naturais e às relações sociais presentes no ambiente de estudo.

Entre as questões epistemológicas importantes que envolvem o trabalho de campo nessa temática está uma colocada por Lacoste (1985) quando aborda o interesse ou o desinteresse do pesquisador pela população do local estudado, aspecto essencial das pesquisas ligadas aos riscos e vulnerabilidades, sobretudo no que diz respeito à percepção dessa vulnerabilidade e dos riscos ambientais presentes no ambiente investigado. O trabalho de campo enquanto pesquisa-participante, concepção que a geografia conheceu por meio da antropologia, pode ser realizado em dois sentidos.

Numa primeira situação, além das concepções do pesquisador e independente delas, as populações tem papel fundamental com seus relatos na construção da narrativa do trabalho. Já sob outras lentes, o pesquisador analisa o fenômeno estudado desconsiderando a posição e a percepção das populações envolvidas no estudo. Entre os artigos vislumbrados verifica-se que houve uma preocupação de coletar a percepção, em sentido amplo, da população nos trabalhos realizados por Santos & Pinto (2010) e por Calderano Filho (2010).

No caso do primeiro, questionários foram aplicados diretamente à população e compuseram um índice construído fundamentalmente via trabalho de campo, enquanto no segundo estudo além do trabalho de campo como substrato dos dados naturais da área analisada houve uma preocupação por parte dos autores em verificar a percepção dos camponeses presentes na localidade estudada, mesmo que de modo não estruturado.

Outras experiências de consulta à população na elaboração de estudos sobre qualidade ambiental urbana já foram realizadas no Brasil, tal como o IQVU-BH testado no ano de 1996 na cidade de Belo Horizonte por Nahas (2006) com a perspectiva de construção de um índice nacional de qualidade ambiental urbana (IQVU-BR). Na ocasião estiveram envolvidos pesquisadores e pessoas da sociedade civil consultadas por telefone, por meio do qual conduziram a seleção das variáveis desenvolvidas no estudo, definindo as que eram as mais representativas e relevantes.

Essa questão está diretamente ligada ao que apontou Kayser (1985) em sua reflexão sobre os trabalhos de campo, no qual observou a possibilidade de observarmos um determinado

fenômeno para então analisá-lo por meio de uma explicação geral ou ir ao campo como quem vai ao zoológico.

A crítica acima ressalta a importância e ao mesmo tempo a seriedade com a qual o trabalho de campo deve ser realizado, preservando as populações estudadas em sua cultura, seus valores e em seu local de habitação, privilegiando a alteridade e lhes resguardando a soberania sobre a própria narrativa.

## **5. Considerações Finais**

A perspectiva do estudo dos riscos e vulnerabilidades sob o enfoque geográfico dos hazards e amparado na interdisciplinaridade, no trabalho de campo e no geoprocessamento nos permite vislumbrar uma articulação de políticas públicas mais efetivas ao desafio de gerir os territórios levando em consideração não apenas as dimensões físicas do ambiente, mas também suas interações com a população residente nestes espaços e as relações e pressões que exercem sobre estes ambientes.

Essa perspectiva dialoga, portanto, com o estudo dos atributos da qualidade de vida, tendo como uma das componentes fundamentais a qualidade ambiental urbana, que pode ser garantida através do estudo dos riscos e das vulnerabilidades ambientais na perspectiva de sua prevenção (Morato, 2003).

Nesta discussão buscamos compilar de maneira sistematizada em que sentido a Geografia enquanto área do conhecimento pode e tem contribuído com os estudos ambientais por meio da cartografia e das geotecnologias de processamento de dados, sobretudo na perspectiva de espacialização dos resultados como instrumento de análise pela ciência, de luta pelos movimentos sociais e de planejamento urbano.

Assim, entre as conclusões extraídas desta pesquisa, está a ideia de que a contribuição da Geografia se inscreve, portanto, em três pilares fundamentais dos métodos e técnicas de pesquisa empregadas nos estudos dos riscos e da vulnerabilidade, a interdisciplinaridade com a qual a Geografia tem atuado nos estudos ambientais desde a década de 1920, a prática do trabalho de campo em Geografia como referencial de coleta e de conferência dos dados estatísticos, demográficos e ambientais e a utilização de geotecnologias para mapeamento de riscos e vulnerabilidades ambientais fornecendo subsídios para que políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade ambiental e redução dos riscos e vulnerabilidades sejam desenvolvidas.

Essas contribuições se dão principalmente por seu viés interdisciplinar entre as dimensões humana e física do espaço geográfico, abrindo um diálogo colaborativo inclusive com outras ciências no campo dos estudos ambientais.

Ressalta-se também a importância indispensável da realização dos trabalhos de campo e da espacialização dos dados primários coletados por meio de geotecnologias como os sistemas de informação geográfica (SIG), muitos disponíveis em plataformas gratuitas, preocupando-se com a escala em que a coleta e o mapeamento são realizados e a confiabilidade dos dados cartografados. No entanto, cabe sublinhar que a utilização de geotecnologias nos estudos ambientais não devem dispensar o trabalho de campo em geografia e a consideração das populações presentes no local de estudo, sob pena de servir a uma geografia de gabinete, baseada em dados secundários ou oficiais de pouca ou nenhuma representatividade capaz de mascarar realidades ou demonstrar informações distorcidas.

Portanto, notamos na presente pesquisa que o olhar integrador, multidimensional e interdisciplinar oferecido pelo geógrafo na condução destes estudos tem proporcionado uma articulação indispensável às necessidades da sociedade de risco (Kowarick, 2002) na compreensão dos problemas ambientais que se apresentam, vislumbrando políticas públicas capazes de oferecer às populações respostas mais efetivas à vulnerabilidade ambiental percebida e atuando também na perspectiva de resolver o oxímoro do desenvolvimento sustentável (Mendes, 1993 *apud* Bursztyn 2013) no qual os riscos e vulnerabilidades devem ser enfrentados na tentativa de aplacar a insustentabilidade dos ambientes.

## 5. Bibliografia

- Bahr, G. C. ; Carvalho, S. M. (2012). Identificação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Arroio Uvaranal, como subsídio ao projeto de expansão urbana de Telêmaco Borba PR. RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise, v. 26, 157-181.
- Bargos, D.C; Matias, L.F. (2012). Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): Estudo com a aplicação de geotecnologias. Sociedade & Natureza, v. 24, 143-156.
- Beck, U. (1992). Risk society. Towards a new modernity. Londres: Sage Publications.
- Bursztyn, M. A. A. & Bursztyn, M. (2013). Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: caminhos para a sustentabilidade. Rio de Janeiro: Garamond.
- Calderano Filho, B. ; Polivanov, H. ; Guerra, A. J. T. ; Chagas, C. S. ; Carvalho Junior, W. ; Calderano, S. B. (2010). Estudo Geoambiental do Município de Bom Jardim RJ, com Suporte de Geotecnologias: Subsídios ao Planejamento de Paisagens Rurais Montanhosas. Sociedade & Natureza, v. 22, 55-73.
- Carvalho, J. R. M. & Curi, W. F. (2013). Construção de um índice de sustentabilidade hidro-ambiental através da análise multicritério: estudo em municípios paraibanos. Sociedade & Natureza, v. 25, 91-106.
- Dias, F.A.; Gomes, L. A.; Alkmim, J.K. (2011). Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do Ribeirão do Lipa, através de indicadores, Cuiabá/MT. Sociedade & Natureza, v.23, 210-221.
- Esdras, M. (2012) Geotecnologias Aplicadas Ao Estudo De Formação E De Risco Ambiental Das Favelas De Montes Claros/MG. RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise, v. 24.
- Gomes, M. F. V. B. (2010). Desigualdade Socioambiental No Espaço Urbano De Guarapuava. RA'E GA (UFPR), v. 20, 95-105.
- Kayser, B. (1985). "O Geógrafo e a Pesquisa de Campo". Seleção de textos 11. (pp. 25-40). São Paulo: AGBSP/AGB nacional.

- Kowarick, L. F. F. (2002). Viver em Risco: Sobre a Vulnerabilidade no Brasil Urbano. Novos Estudos. CEBRAP, São Paulo, 103 -141.
- Lacoste, Y. (1985). A pesquisa e o trabalho de campo: um problema político para os pesquisadores, estudantes e cidadãos. In: Seleção de textos 11. São Paulo: AGB.
- Luchiari, A. ; Kawakubo, F. S. ; Morato, R. G. (2011). Técnicas de Sensoriamento Remoto. In: Luis Antonio Bittar Venturi. (Org.). Geografia: Práticas de Campo, Laboratório e Sala de Aula (pp.231-254). São Paulo: Sarandi.
- Marandola Jr., E. & Dantona, A.O. (2014). Vulnerabilidade: problematizando e operacionalizando o conceito. In: Roberto do Carmo; Norma Valencio. (Org.). Segurança humana no contexto dos desastres (pp.45-61). São Carlos: RiMa.
- Marandola Jr., E. & Hogan, D. J. (2004). Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. Ambiente e Sociedade (Campinas), 7(2), 95-110.
- Marandola Jr., E. & Hogan, D. J. (2006). As dimensões da vulnerabilidade. São Paulo em perspectiva, v. 20, 33-43.
- Minaki, C. & Amorim, M. C. C. T. (2012). Análise Da Qualidade Ambiental Urbana. Mercator, v. 11, 229-251.
- Monteiro, C. A. F. (1987). Qualidade ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes. Salvador: CEI.
- Morato, R. G. (2009). Geografia do bem-estar: análise espacial de um índice de qualidade de vida urbana. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (Org.). Prêmio ENCE 50 anos: o censo 2000 e a pesquisa social no Brasil (pp. 133-160). Rio de Janeiro: IBGE.
- Morato, R. G. ; Kawakubo, F. S. ; Luchiari, A. (2003). Mapeamento da Qualidade de Vida em Áreas Urbanas: conceitos e metodologias. Terra Livre, São Paulo, 21(2), 241-248.
- Nahas, M. I. P. et al. (2006). Metodologia de construção do Índice de Qualidade de Vida Urbana dos Municípios Brasileiros (IQVU-BR). In: Encontro Nacional De Estudos Populacionais (pp.18-22). Caxambu: ABEP.
- Nucci, J. C. (2010). Aspectos teóricos do Planejamento da Paisagem. In: NUCCI, J. C. (Org.). Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade (pp. 14-25). Curitiba: LABS/DGEOG/UFPR.
- Pinton, L. G. ; Cunha, C. M. L. (2014). Diagnóstico do estado geoambiental da área urbana do município de Cubatão (SP). Sociedade & Natureza, v. 26, 353-367.
- Roggero, M. A. (2012). Qualidade ambiental urbana X Qualidade de vida urbana. In: Encontro Nacional de Geógrafos, 2012, Belo Horizonte.
- Salles, M. C. T.; Grigio, A. M.; Silva, M. R. F. (2013) Expansão Urbana E Conflito Ambiental: Uma Descrição Da Problemática Do Município De Mossoró, RN - BRASIL. Sociedade & Natureza, v. 25, 281-290.
- Santos, C. O. & Pinto, J. E. S. S. (2010). Percepção Da Qualidade Socioambiental Da Área Urbana De Itabaiana/Sergipe. Mercator, v. 09, 93-104.
- Santos, M. A. (1999). A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção (1996). São Paulo: Hucitec.



## SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS ASSOCIADA À VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, NO MUNICÍPIO DE ANGRA DOS REIS (RJ) – BRASIL

V. C. da Costa<sup>(a)</sup>, R. de O. Fernandes<sup>(b)</sup>, N. M. C. da Costa<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia Física/Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
vivianuerj@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia Física/Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
lecopa@yahoo.com.br

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia Física/Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
nadjacastilho@gmail.com

### Resumo

Os movimentos de massa causam, no Brasil, prejuízos materiais e vítimas fatais. No município de Angra dos Reis (RJ), os fatores climáticos, o relevo montanhoso e a proximidade com a Serra do Mar contribuem para tornar naturalmente a região, uma área susceptível aos deslizamentos. O objetivo geral do trabalho foi analisar, através do geoprocessamento, a susceptibilidade a deslizamentos associadas à variáveis socioeconômicas durante as transformações espaço-temporais ocorridas entre os anos 2000 e 2010. Os métodos utilizados foram baseados na análise multicriterial e na aplicação da AHP no estudo dos movimentos de massa na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. Como resultado, o mapa de susceptibilidade aos deslizamentos indicou que 64,7% do referido município estão situados em áreas de média, alta e muito alta susceptibilidade e que boa parte das localidades com alta e muito alta susceptibilidade são áreas que sofrem atualmente forte influência antrópica.

**Palavras chave:** deslizamentos, susceptibilidade, geoprocessamento e variáveis socioeconômicas.

### 1. Introdução

Os movimentos de massa causam, anualmente no Brasil, inúmeros prejuízos materiais e diversas vítimas fatais. Segundo PINTO *et al* (2012) esses processos podem ser iniciados por diversos fatores naturais e/ou antrópicos que se relacionam conjuntamente. No município de Angra dos Reis, região sul do Estado do Rio de Janeiro, esses eventos ocorrem com maior frequência no período do verão, quando as precipitações são mais intensas. Os fatores climáticos e o relevo montanhoso contribuem para tornar naturalmente a região uma área susceptível aos deslizamentos.

Paralelamente, o município de Angra dos Reis apresentou, nas últimas décadas, significativo crescimento populacional, sendo um dos quinze municípios com maior contingente, segundo dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre os anos de 2000 (119.247 hab.) e 2010 (169.511 hab.), representando um crescimento de 29,6%. Esse aumento se deve, entre outros fatores, ao forte atrativo turístico e beleza cênica, como também pelos empreendimentos industriais situados no município e cidades próximas.

Algumas iniciativas, como declarar o município como Área Prioritária para fins de Reforma Agrária, através do decreto nº 70.986 de 16/08/1972 e Zona Prioritária de Interesse Turístico, através de resolução nº 413 de 13/02/1973 facilitaram a ocupação e o uso do solo, sendo um dos principais responsáveis pelas transformações, como também pela abertura da cidade para a especulação do capital imobiliário e a intensificação da urbanização descontrolada (Guimarães, 1997). A falta de uma política habitacional, fiscalização por parte dos governantes, falta de serviços de infraestrutura e baixo nível de renda dos novos habitantes, acabou dando início ao processo de ocupação desordenada do solo, com construções precárias e em áreas de risco de movimentos de massa. Segundo Gamba & Ribeiro (2012), a população de baixa renda acaba ocupando as áreas desvalorizadas pelo mercado privado. Estão sujeitas a diferentes tipos de risco, ocupando fundos de vale, encostas de morros, regiões poluídas e/ou áreas de proteção ambiental. Sem qualquer alternativa, constituem aglomerações com habitações precárias, com o mínimo de infraestrutura.

A invasão do capital imobiliário e a acelerada expansão urbana, muitas vezes, acabaram provocando impactos ambientais negativos, principalmente quando essa urbanização avança em direção as áreas de encostas e em áreas de preservação ambiental, como o Parque Estadual do Cunhambebe, que abrange no território da área de estudo, os distritos de Cunhambebe, Angra dos Reis e Jacuecanga, tornando diversas áreas, susceptíveis à ocorrência de deslizamentos.

Assim sendo, os mapeamentos a susceptibilidade a deslizamentos constituem importantes mecanismos técnico-científicos que permitem reduzir e alertar ao poder público as conseqüências desses eventos (Fernandes & Amaral, 2012).

O objetivo geral do presente trabalho consiste em analisar, através do geoprocessamento, a susceptibilidade a deslizamentos no município de Angra dos Reis (RJ) associada às variáveis socioeconômicas durante as transformações espaço-temporais ocorridas entre os anos 2000 e 2010.

Os objetivos específicos são a elaboração do mapeamento da susceptibilidade a deslizamentos no município de Angra dos Reis (RJ), utilizando as condicionantes físicas e de uso e cobertura do solo, através da análise multicritério por SIG; elaborar o mapeamento das variáveis socioeconômicas baseadas nos dados dos censos do IBGE entre os anos 2000 e 2010; analisar comparativamente o mapeamento da susceptibilidade a deslizamentos com as variáveis socioeconômicas possibilitando aos gestores realizarem políticas públicas adequadas de mitigação dos riscos ambientais no município de Angra dos Reis, auxiliando nas tomadas de decisão.

O município de Angra dos Reis está inserido na região da Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro (figura 1) e possui, segundo o censo de 2010 do IBGE, densidade demográfica de

205,45 (hab/km<sup>2</sup>), uma área territorial de 825, 082 Km<sup>2</sup>, fazendo limite com os municípios de Paraty, Mangaratiba e Rio Claro. A população estimada em 2015 chega aos 188.276 habitantes (IBGE, 2015).

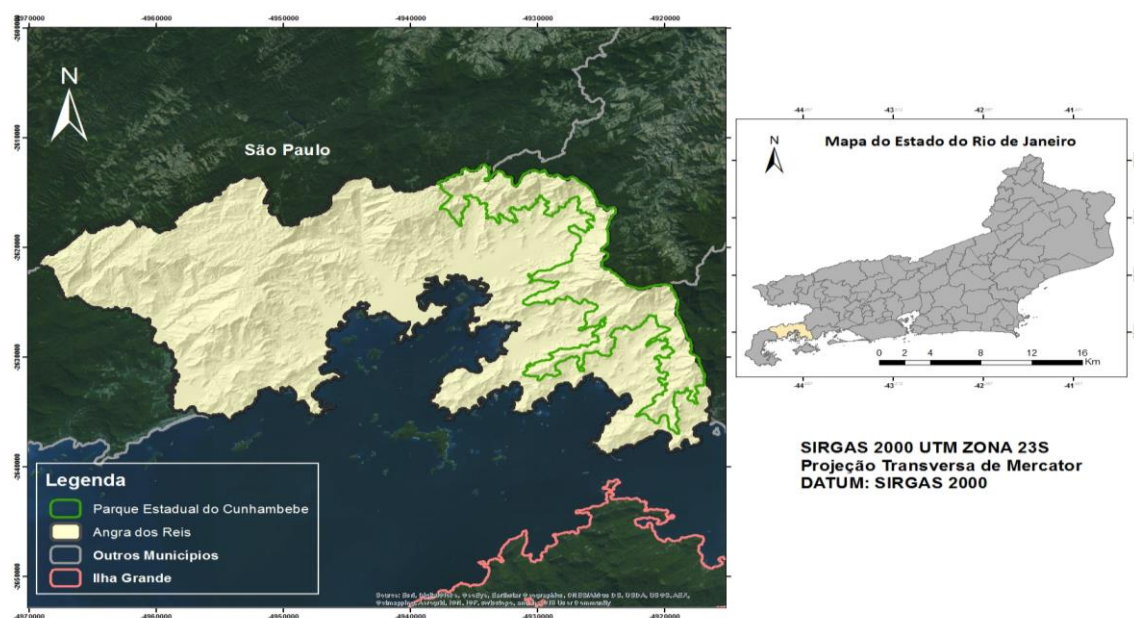


Figura 1 - Mapa de localização do município de Angra dos Reis (RJ).

## 2. Fundamentação teórico-metodológica

### 2.1. Movimentos de massa

Anualmente, no Brasil, dezenas de pessoas morrem e milhares são atingidos em decorrência dos desastres naturais, especialmente inundações e movimentos de massa, como o ocorrido em 2010 no município de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro (52 mortos em janeiro, segundo o DRM - Dourado *et al*, 2012). Os processos de movimentos de massa são desencadeados a partir da complexa relação entre diversos fatores do meio físico e biótico que acabam diminuindo a resistência do solo e/ou da rocha, o que contribui para deflagrar esses eventos, somados aos fatores socioeconômicos. Os condicionantes naturais são particulares da própria dinâmica das encostas, porém são potencializados pela ação antrópica (Pinto *et al*, 2012).

Diversos estudos utilizam a classificação dos movimentos de massa no desenvolvimento das pesquisas, como os trabalhos desenvolvidos por Amaral (2007); Highland & Bobrowsky (2008); Moraes (2012); e Meirelles (2015), e as tipologias são diversificadas, sendo as mais usuais: rastejos, deslizamentos/escorregamentos, quedas de blocos e corridas de lama. As tipologias que ocorrem mais frequentemente na área de investigação mesclam todas elas, com destaque para os deslizamentos/escorregamentos, cujas consequências socioambientais têm sido, muitas vezes, irreparáveis.



## 2.2. O método Analytic Hierarchy Process (AHP)

O método Analytic Hierarchy Process (AHP) – Processo Analítico Hierárquico foi desenvolvido na década de 1970 por Thomas L. Saaty. Através da AHP é elaborado um sistema hierárquico para uma análise decisória, sendo composta por níveis ou classes, de acordo com a importância do objetivo da análise. São geradas matrizes de comparação para cada nível das hierarquias, estabelecendo a importância relativa de cada fator e os resultados das matrizes são ponderados entre si (Silva & Nunes, 2009) e pode ser compreendido através da seguinte representação gráfica (figura 2).

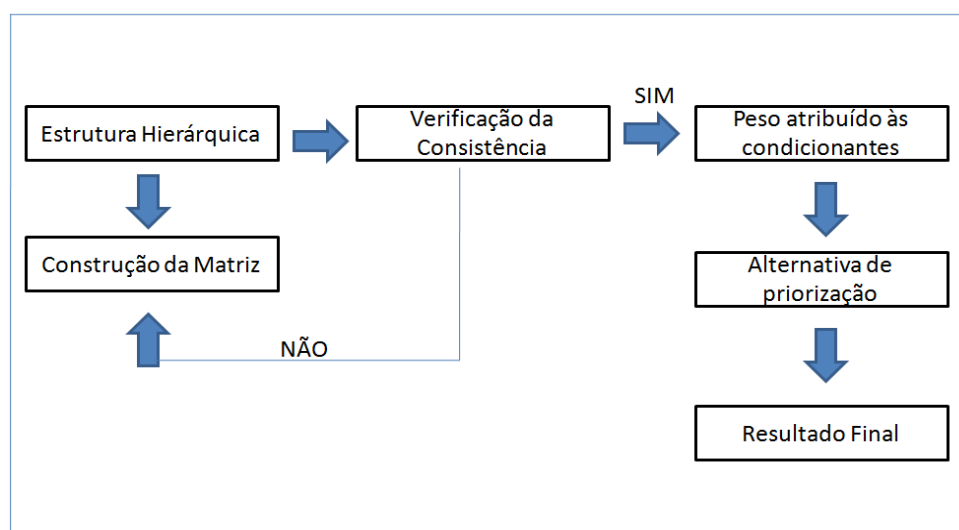


Figura 2 - Representação do método AHP. Fonte: Adaptado de Silva & Nunes (2009).

Após a estruturação hierárquica é iniciado o processo de comparação. Segundo Ferreira (2012), o processo de comparação pareada resultará na definição dos pesos dos fatores pré-definidos e suas avaliações. Para isso utiliza-se a escala pré-definida por Saaty (1980), que contém nove pontos de comparação, demonstrando o grau de importância entre os fatores. Com o pareamento construído, é iniciado o processo de avaliação comparando os fatores em pares de acordo com seu grau de importância (igualitária, superior ou inferior) de um sobre o outro. Com as avaliações definidas, a AHP possibilita a transformação das avaliações em valores numéricos que irão atender ao objetivo principal. A comparação dos elementos é registrada na forma de frações entre 1/9 e 9 (Pinese, 2010; Pinese & Rodrigues, 2012). Dessa forma, aquele fator que tiver importância superior ao outro, receberá um valor numérico inteiro e aquele de importância inferior na análise decisória, receberá um valor inverso na forma de fração.

Após a construção e julgamento da matriz de pareamento, são realizadas as etapas de média do vetor (onde ocorre a definição dos pesos das condicionantes) e o cálculo do vetor da soma ponderada. Essas duas etapas definem os valores de cálculo do índice de consistência.

Após a construção e julgamento da matriz pareada dos fatores, é realizada a verificação de consistência, onde se avalia a qualidade dos pesos atribuídos. Caso não tenha sido satisfatório, o autor tem a possibilidade de retornar a etapa de construção das matrizes até que a consistência necessária seja atingida. Segundo Pinese Júnior & Rodrigues (2012) o método AHP é uma teoria matemática que possibilita a organização e avaliação da importância entre os critérios predefinidos, sendo medida a consistência dos julgamentos através de sua verificação.

O método AHP foi utilizado em diversos estudos sobre susceptibilidade, vulnerabilidade e risco em áreas com problemáticas socioambientais e movimentos de massa (Silva & Nunes, 2009; Pinese Júnior & Rodrigues, 2012; Ferreira, 2012; Moraes, 2012; Paulino, 2013 e Meirelles, 2015).

### **2.3. Mapeamento da susceptibilidade a deslizamentos**

De acordo com Pfaltzgraff (2007) a susceptibilidade é definida como a possibilidade de ocorrência de um processo geológico (evento destrutivo).

Dias e Herrmann (2002) definem a susceptibilidade como a ocorrência de um fenômeno que pode afetar negativamente uma comunidade, atingindo áreas ocupadas, especialmente aglomerados urbanos, causando impactos ao sistema socioeconômico.

Pinto *et al* (2015), reconhece que a ocorrência dos movimentos de massa nas encostas está relacionada ao comportamento de uma série de fatores condicionantes e que o mapeamento da susceptibilidade é uma etapa indispensável para a gestão de riscos naturais e planejamento do uso da terra.

Segundo Vanacôr & Rolim (2012), o mapeamento da susceptibilidade é o primeiro passo no sentido de mitigar efetivamente áreas propensas a deslizamentos e minimizar as consequências negativas destes eventos na sociedade. Uma das dificuldades encontradas neste tipo de estudo é analisar a grande quantidade de informações, devido à complexidade dos processos envolvidos.

O processo de mapeamento da susceptibilidade pode ser baseado em métodos estatísticos ou determinísticos, o qual envolve a identificação de regiões susceptíveis a ruptura do talude, tendo por base as propriedades geológicas e/ou geomorfológicas da região avaliada (Cervi *et al*, 2010 apud Silveira *et al*, 2014).

Pfaltzgraff (2007) afirma que é fundamental uma perfeita distinção entre a susceptibilidade natural cujo estudo apresenta um caráter eminentemente preventivo, e, serve como ferramenta

para o planejamento de ocupações de áreas livres, da susceptibilidade induzida. Esta última representa, basicamente, a probabilidade de ocorrência dos processos geológicos, conforme o uso antrópico e respectivas funções socioeconômicas dada a uma determinada área ocupada ou com uso pré-definido.

O aumento significativo do número de variáveis utilizadas na construção dos modelos espaciais de avaliação da susceptibilidade tem ocorrido em função do desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (GIS), que permitem a criação e cruzamento de parâmetros cada vez mais dinâmicos (Dal'Asta *et al*, 2005).

### **3. Material e Métodos**

Os materiais a seguir listados foram utilizados no presente trabalho: ArcGIS® Desktop versão 10.2; GPS Garmin Etrex para coleta de pontos durante a atividade de campo; dados SRTM adquiridos do Banco de Dados Geomorfométrico do Brasil (TOPODATA), com resolução de 30 metros, contendo declividade e curvatura horizontal e vertical; mapeamento geomorfológico, pedológico e de uso e cobertura do solo do município de Angra dos Reis, disponibilizado pelo INEA (2011) na escala 1:250.000; Mapeamento geológico do município de Angra dos Reis, disponibilizado pelo CPRM na escala de 1:1.000.000; imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth Pro (2015), para verificar e identificar as áreas de ocupação urbana; Ortofotos na escala de 1:25.000 (OFM RJ25 27433se e OFM RJ25 27434so) disponibilizadas pelo IBGE (2008) para verificar e identificar as áreas de ocupação urbana no município de Angra dos Reis.

Por sua vez, os métodos aplicados congregam atividades de gabinete e de campo e foram baseados em metodologias desenvolvidas por Meirelles (2015) para a análise multicritério e aplicação da AHP no estudo dos movimentos de massa na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, como também por Ferreira (2012), que aplicou o método AHP no estudo das bacias hidrográficas Guapiaçu e Macacu, na porção leste da baía da Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro e Pinese Júnior (2010), que aplicou o processo AHP no estudo da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Piedade (MG). Na figura 3 é mostrado o fluxograma com as etapas fundamentais para geração do resultado final.

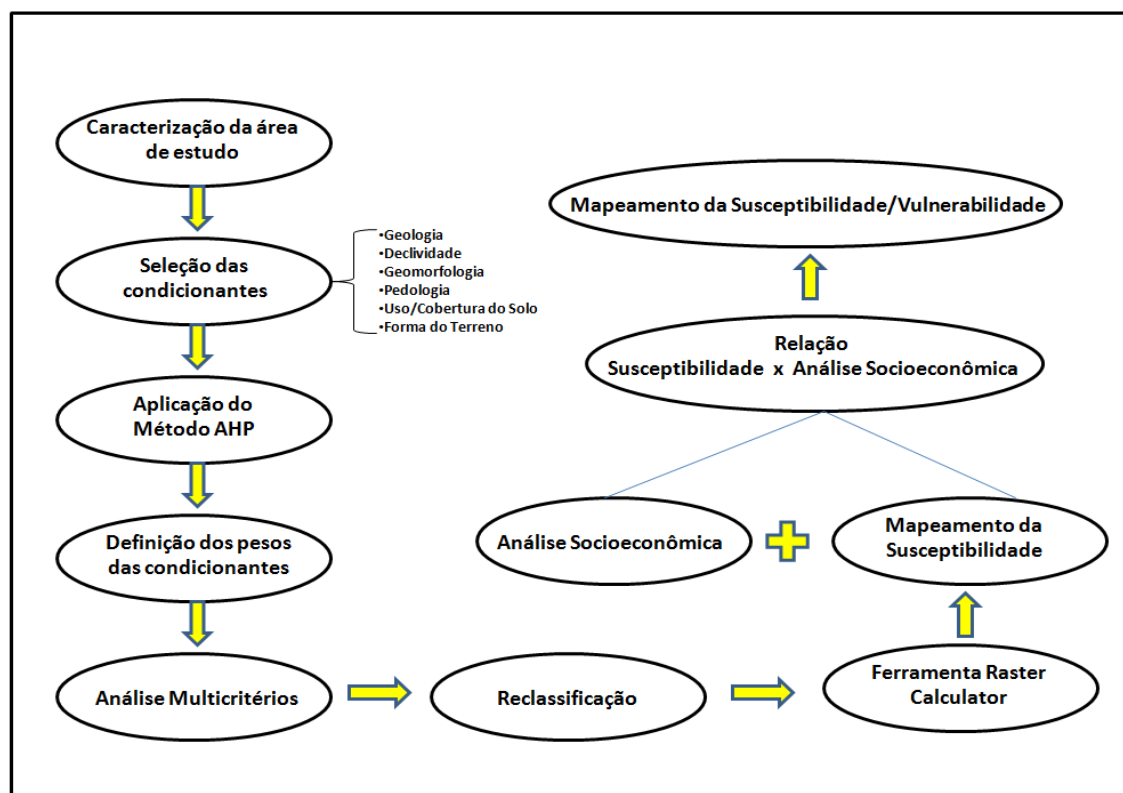


Figura 3. Fluxograma das etapas de desenvolvimento da pesquisa.

## 4. Resultados e Discussões

### 4.1. Análise da Susceptibilidade a deslizamentos

A partir dos métodos adotados foi elaborado o mapeamento da susceptibilidade a deslizamentos do município de Angra dos Reis, sendo sobreposto ao resultado o mapeamento do uso e cobertura do solo (INEA, 2011), a fim de identificar as áreas de ocupação urbana que estão dentro das classes definidas como muito baixa, baixa, média, alta e muito alta susceptibilidade.

No mapa final (figura 4), observa-se a variação dos níveis de susceptibilidade distribuídas ao longo do município e quais as áreas de adensamento urbano mais propícia aos eventos de deslizamentos.

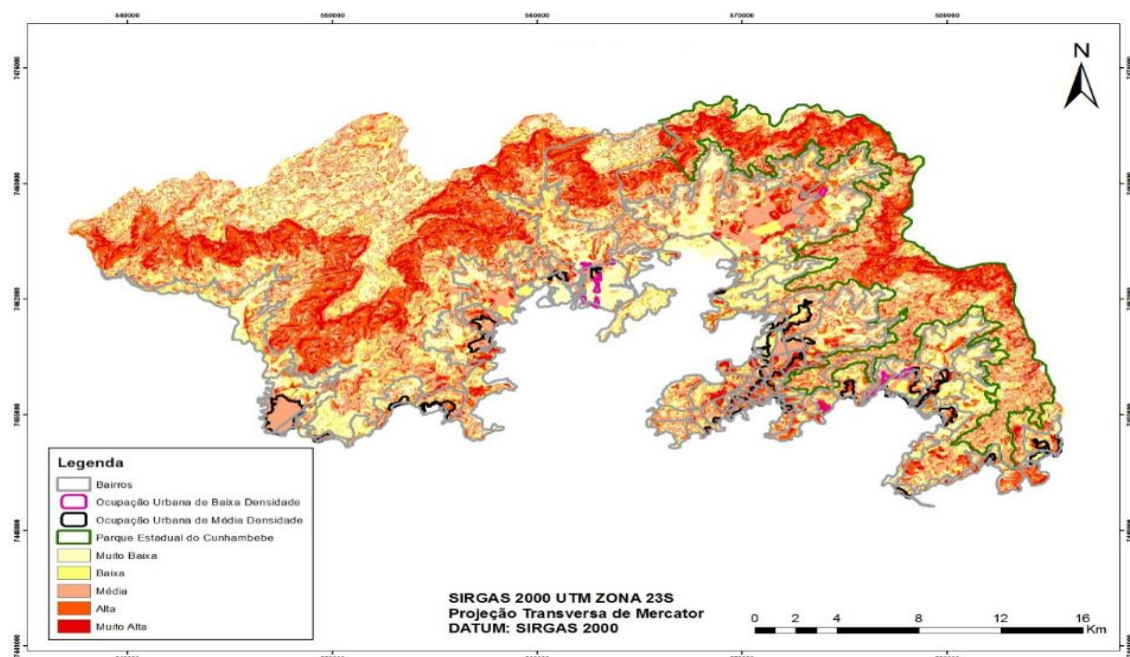


Figura 4 - Mapeamento da susceptibilidade do município de Angra dos Reis (RJ), com limite dos bairros.

O percentual das classes de susceptibilidade demonstra que 35,1% da porção continental do município estão nas classes mais baixas de susceptibilidade, entre muito baixa e baixa. E 64,7% do território de Angra dos Reis está entre as classes de média a muito alta susceptibilidade. (Tabela I).

Tabela I - Percentual das classes de susceptibilidade a deslizamentos.

Classes	Área (%)
Muito Baixa	17,0
Baixa	18,1
Média	33,8
Alta	20,8
Muito Alta	10,1

Na análise do mapa de susceptibilidade a deslizamentos do presente estudo é possível perceber uma similaridade dos resultados com o trabalho desenvolvido por Moraes (2012), que realizou o mapeamento das áreas susceptíveis a escorregamentos, em Angra dos Reis, com auxílio do levantamento dos pontos de escorregamentos produzidos pela Defesa Civil angrense no ano de

2005. Tanto o mapeamento de Moraes (2012), como o mapeamento do órgão municipal, apontam bairros com alta susceptibilidade e que foram também identificados na presente pesquisa, demonstrando um resultado coerente com outras pesquisas realizadas anteriormente. Através do levantamento sobre os pontos de escorregamentos realizados pela Defesa Civil, foram identificados doze bairros com susceptibilidade a movimentos de massa, onde seus moradores tiveram suas residências interditadas. Das doze localidades, nove foram identificadas no mapeamento do presente trabalho.

#### **4.2. Mapeamento da Susceptibilidade X Análise Socioeconômica**

O resultado do mapeamento da susceptibilidade produziu dados coerentes com o trabalho realizado por Moraes (2012). As áreas de alta a muito alta susceptibilidade que abrange 30,9% do território municipal, são locais onde as propriedades físicas já apontam para uma susceptibilidade a eventos de deslizamentos, sendo potencializadas pelas alterações antrópicas ocorridas no período de análise.

As observações dos serviços de infraestrutura e dados sociais em cada um dos três distritos foi importante ferramenta de análise para comprovar que o município está em expansão urbana acelerada, demandando um aumento constante dos serviços de infraestrutura à medida que as áreas de ocupações urbanas seguem cada vez mais a montante das encostas, alterando a estrutura das vertentes, retirando a cobertura vegetal e ameaçando as áreas de proteção ambiental, como o Parque Estadual do Cunhambebe.

Os resultados da análise socioeconômica forneceram importantes observações a respeito dos principais serviços básicos de infraestrutura, evidenciando a condição de vulnerabilidade que determinados grupos populacionais estão, quando relacionamos esses resultados socioeconômicos com o mapeamento da susceptibilidade. Em todo o município de Angra dos Reis, os serviços aumentaram sua oferta de atendimento à população. Em diversos bairros houve aumento ou retração nos índices analisados, porém os bairros Zungu e Serra D'água no distrito do Cunhambebe e os bairros Portugalo, Cantagalo, Caetés, Maciéis, Ponta Leste e Biscaia da porção leste do distrito de Angra dos Reis retraíram os percentuais em todas as variáveis de infraestrutura.

Dessa maneira, com os resultados da análise socioeconômica e o mapeamento da susceptibilidade a deslizamentos, foi possível identificar que os grupos populacionais desses bairros estão em uma condição de vulnerabilidade diante dos resultados obtidos. Além da condição de susceptibilidade natural do município diante de suas características físicas de alta precipitação, relevo montanhoso e proximidade com a Serra do Mar, o resultado de retração nos índices dos serviços básicos demonstra um quadro de vulnerabilidade superior ao restante do

município. Um exemplo disso são os índices de abastecimento de água na porção leste do distrito de Angra dos Reis (bairros de Biscaia, Ponta Leste, Maciéis, Portogalo, Caetés e Cantagalo) que estão majoritariamente em áreas de média, alta e muito alta susceptibilidade a deslizamentos.

Quando relacionamos os resultados referentes à análise socioeconômica e os resultados do mapeamento da susceptibilidade a deslizamentos, percebemos que as mesmas localidades que apresentaram índices de retração nos serviços de infraestrutura estão em áreas de alta a muito alta susceptibilidade, criando uma condição de vulnerabilidade para as populações dessas áreas. Esse aumento nos índices de atendimento dos serviços básicos de infraestrutura indica que caso a expansão urbana do município continue em ritmo acelerado, essas localidades estarão futuramente nas mesmas condições dos bairros com retração dos índices de infraestrutura,

A deficiência no abastecimento de água canalizada, esgotamento sanitário e coleta regular de lixo em uma área de intensa expansão urbana, indicam o agravamento de sua condição de vulnerabilidade, à medida que a ausência desses serviços será substituída com outras fontes de captação e alteração nos cursos de água, despejo de esgoto nos cursos de água, contaminação do lençol freático com os resíduos do lixo, além de descarte irregular de lixo em rios e acúmulo de lixo nas encostas. Os fatores naturais, a deficiência nos serviços básicos e as características físicas potencializam a dinâmica dos processos de deslizamento diante do mapeamento de susceptibilidade obtido no presente estudo.

## **5. Conclusões**

O mapeamento da susceptibilidade aos deslizamentos indicou que 64,7% do município estão situados em áreas de média a muito alta susceptibilidade. De uma forma geral, foi observado que boa parte das localidades que estão em alta e muito alta susceptibilidade são áreas que sofrem influência antrópica, principalmente de ocupações urbanas e que o intenso processo de expansão populacional tende a agravar esse quadro de susceptibilidade, com avanço de ocupações em áreas de encosta, em terrenos com alta declividade e, em muitos pontos, em relevo forte ondulado.

Outro fator que colaborou para a obtenção do resultado de forma satisfatória foi a análise socioeconômica, que possibilitou identificar as variáveis dos serviços básicos de infraestrutura, renda (gênero) e alfabetização que, associadas ao mapeamento da susceptibilidade, viabilizou a identificação daquelas localidades que possuem vulnerabilidade ambiental.

A aplicação da análise multicritério através das técnicas de geoprocessamento no mapeamento da susceptibilidade aos deslizamentos associada à análise socioeconômica e identificação das localidades com vulnerabilidade ambiental do município de Angra dos Reis apresentou

resultados altamente satisfatórios. Por sua vez, as etapas para geração do produto final possibilitou a elaboração de uma diversidade de dados espaciais e cartográficos que podem ser utilizados diretamente para novas pesquisas relacionadas à temática dos deslizamentos como também para outras linhas de pesquisa, além de ter possibilitado o armazenamento de novos dados em um banco de dados geográfico, ficando a disposição para pesquisadores, professores, técnicos e alunos do Laboratório de Geoprocessamento (LAGEPRO), do Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

## 6. Bibliografia

- Amaral Junior, A. F. do (2007), *Mapeamento Geotécnico Aplicado a Análise de Processos de Movimentos de Massa Gravitacionais: Costa Verde – RJ – Escala 1:10.000*. Dissertação de mestrado. São Carlos: Universidade de São Paulo.
- Cervi, F., Berti, M., Borgatti, L., Ronchetti, F., Manenti, F. & Corsini, A. (2010), “Comparing predictive capability of statistical and deterministic methods for landslide susceptibility mapping: a case study in the northern Apennines” Reggio Emilia Province, Italy, *Landslides*, Vol. 7 No. 4, pp. 433-444.
- Dal’asta, A. P., Reckziegel, B. W. & Robaina, L. E. de S. (2005), “Análise de Áreas de Risco Geomorfológico em Santa Maria – RS: O Caso do Morro Cechela”. *Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 5-9 de setembro, pp. 896-905.
- Dias, F. P. & Herrmann, M. L. de P. (2002), “Susceptibilidade a Deslizamentos: Estudo de Caso no Bairro Saco Grande. Florianópolis – SC”. *Caminhos de Geografia*, Vol. 3 No. 6, pp. 57-73.
- Dourado, F.; Arraes, T. C.; Fernandes & Silva, M. O. (2012), “Megadesastre da Região Serrana do Rio de Janeiro – as Causas do Evento, os Mecanismos dos Movimentos de Massa e a Distribuição Espacial dos Investimentos de Reconstrução Pós Desastre”. *Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ*, Vol. 35, pp. 43-54.
- Fernandes, N. F.; Amaral, C. P. (2012), “Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica”, in Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Ed.). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, pp. 123-194.
- Ferreira, C. E. G. (2012), *Sistema de Suporte a decisão espacial aplicado a análise da vulnerabilidade dos recursos hídricos na bacia Guapi-Macacu – RJ*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Gamba, C. & Ribeiro, W. C. (2012), “Indicador e Avaliação da Vulnerabilidade Socioambiental no Município de São Paulo”. *Geosp. Espaço e Tempo*, Vol. Especial, No. 31, pp. 19-31.
- Google Earth Pro (2015), “Download do Google Earth Pro para PC ou Mac”, disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html> (acessado em 03 de novembro de 2015).
- Guerra, A. J. T & Marçal, M. dos S. (2014), *Geomorfologia Ambiental*, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ.
- Guimarães, G. (1997), *Uma cidade para todos: O plano diretor do município de Angra dos Reis*. Forense, Rio de Janeiro.
- Highland, L. M. & Bobrowsky, P. O. (2008), *Manual de Deslizamento – Um Guia para a Compreensão de Deslizamentos*. USGS. Science, for a Changing World. Canadá.
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente (2011), “Estado do Ambiente”, disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br>. (acessado em 15 de setembro de 2015).
- Meirelles, E. de O. (2015), *Mapeamento da Susceptibilidade a Movimentos de Massa através de Análise Estatística de Ferramentas de Geoprocessamento na Bacia do Rio Paqueta – Teresópolis – RJ*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.



- Moraes, I. B. C. M. (2012), *Mapeamento Digital de Áreas Susceptíveis a Escorregamentos na Parte Continental do Município de Angra dos Reis – RJ*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Paulino, R. B. (2013), *Modelo AHP Aplicado a Ocorrência de Deslizamentos na Região Nordeste de Santa Catarina*. Dissertação de mestrado. Santa Catarina: Universidade Federal do Paraná.
- Pfaltzgraff, P. A dos S. (2007), *Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos na Região Metropolitana de Recife*. Tese de doutorado. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco.
- Pinese Júnior, J. F. (2010), *Aplicação do Método de Análise Hierárquica – AHP – para a Determinação da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade – MG*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia.
- Pinese Júnior, J. F. & Rodrigues, S. C. (2012), “Método de Análise Hierárquica – AHP – Como Auxílio na Determinação da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade – MG”. *Revista do Departamento de Geografia, USP*, Vol. 23, pp. 4–26.
- Pinto, R. C.; Passos, E. & Caneparo, S. C. (2012), “Classificação dos Movimentos de Massa Ocorridos em março de 2011 na Serra da Prata, Estado do Paraná”. *Geogingá. Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia*, Vol. 4 No.1, pp. 3–27.
- Pinto, R. C.; Passos, E. & Caneparo, S. C. (2013), “Considerações a Respeito dos Condicionantes Utilizados em Pesquisas Envolvendo Movimentos de Massa”. *Geogingá. Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia*, Vol. 5 No. 1, pp. 102–124.
- Pinto, R. C.; Passos, E. & Caneparo, S. C. (2015), “Mapeamento de Susceptibilidade aos Movimentos de Massa com Uso da Avaliação Multicritério pelo Método da Média Ponderada Ordenada”. *Caderno de Geografia*, Vol. 25 No. 43, pp. 116-143.
- Ross, J. L. S. (1993), *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados*. Laboratório de Geomorfologia. Departamento de Geografia. FFLCH/USP.
- Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw Hill, New York.
- Silva, C. A. da & Nunes, F. de P. (2009), “Mapeamento de Vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti - CE”. *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Natal, INPE, pp. 5435-5442.
- Silva, J. Q.; Passos, A. C. & Rocha, M. de M. (2010), “Localização de Indústria de Esmagamento de Soja Usando Análise de Decisão Multicritério Apoiada em Sistema de Informação Geográfica”. *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Bento Gonçalves, RS, 30 de agosto a 03 de setembro, pp. 242-253.
- Silveira, H. L. F. da; Vettorazzi, C. A. & Valente, R. A. (2014), “Avaliação Multicriterial no Mapeamento da Susceptibilidade de Deslizamentos de Terra”. *Revista Árvore*, Vol. 38 No. 6, pp. 937-982.
- Soares, E. P. (2006), “Caracterização da Precipitação na Região de Angra dos Reis e a sua Relação com a Ocorrência de Deslizamentos de Encostas”. Dissertação de mestrado, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Vanacôr, R. N. & Rolim, S. B. A. (2012), “Mapeamento da Susceptibilidade a Deslizamentos Usando Técnicas de Estatística Bivariada e Sistemas de Informações Geográficas na Região Nordeste do Rio Grande do Sul”. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Vol. 13 No. 1, pp. 15-28.

## **AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU/ SERGIPE-BRASIL**

L. B Santana<sup>(a)</sup>, H. M. Araújo<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGEO/ Universidade Federal de Sergipe  
leobarsan@gmail.com

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia/Departamento de Geografia/ Universidade Federal de Sergipe  
heliomarioaraujo@yahoo.com.br

### **Resumo**

O presente trabalho teve como objetivo adaptar as propostas metodológicas de Ross (1994) e Crepani (1996, 2001) para novos procedimentos de determinação da fragilidade ambiental, tendo como área de estudo a Região Metropolitana de Aracaju. Os procedimentos metodológicos consistiram no levantamento das informações bibliográficas sobre as metodologias apresentadas, das informações cartográficas necessárias, organização do banco de dados geográficos em um SIG e posterior cruzamento das informações culminando com elaboração de mapas temáticos ponderados com pesos variando de 1(muito baixa fragilidade) até 5(muito alta fragilidade) que permitiram a confecção dos mapas de fragilidade potencial e emergente. O mapa de fragilidade emergente apresentou quatro classes temáticas baixa, média, alta e muito alta. Na RMA predomina a classe de vulnerabilidade alta com 544,05 km<sup>2</sup>(68,6% da área). A adaptação da metodologia dos dois autores apresentou resultados satisfatórios para estudos na área ambiental, abrindo precedentes para um aprofundamento do trabalho com o tema fragilidade ambiental.

### **1.Introdução**

O ser humano no decorrer do seu processo de evolução, sempre encontrou na natureza as condições necessárias para o seu desenvolvimento. Para tal, criou técnicas para converter os espaços naturais e obter destes os insumos essenciais para a satisfação de suas necessidades. No entanto tal interferência, deu-se de forma desequilibrada sem levar em conta as limitações naturais relacionadas ao ambiente no qual as atividades antrópicas estão assentadas.

A rápida urbanização da população brasileira, a partir da década de 1950, gerou uma desordenada expansão das cidades, sobretudo daquelas que compõem as regiões metropolitanas, representadas na maioria dos casos pelas capitais dos estados (ALMEIDA, 2012). Este autor ainda afirma que as políticas incentivadoras da metropolização superpuseram infraestruturas urbanas a sítios nem sempre adequados a ocupação de áreas susceptíveis a processos naturais perigosos.

A zona costeira de Sergipe, e em especial os municípios pertencentes a região metropolitana de Aracaju não fogem a este quadro, pois o encarecimento do solo urbano empurrou parte da população carente para as bordas da capital sergipana e dos municípios circunvizinhos a

exemplo de Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão e Barra dos Coqueiros, além disso as políticas recentes de incentivo à construção de moradias tem modificado a dinâmica espacial desses quatro municípios, resultando atualmente numa área em que formas indesejáveis de ocupação territorial e conflitos múltiplos são identificados.

Em função disto, torna-se cada vez mais urgente o planejamento físico territorial, não só com enfoque socioeconômico, mas, também, ambiental, levando-se em consideração não apenas as potencialidades, mas principalmente a fragilidade das áreas com intervenções antrópicas.

Partindo dessa preocupação o presente trabalho utiliza o conceito das Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977) baseado na Teoria dos Sistemas que parte que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através do equilíbrio dinâmico. As Unidades Ecodinâmicas foram classificadas por ele em três categorias: meios estáveis, meios intergrades e meios fortemente instáveis, propondo também a cartografia destas unidades da paisagem através da Carta Ecodinâmica. Nas áreas que prevalece os processos morfogenéticos são entendidas como instáveis, enquanto que nas que predominam a pedogênese são as estáveis. Quando há um equilíbrio entre ambos é definida com estabilidade intermediária ou intergrade.

Com base no conceito de ecodinâmica, visando aplicações ao Planejamento Ambiental, Ross (1994) acrescenta novos critérios estabelecendo a Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, compreendendo a fragilidade potencial, que relaciona os fatores naturais da paisagem; e a fragilidade emergente, relacionando a fragilidade potencial com a cobertura do solo e as intervenções antrópicas.

Assevera Ross (1994), que a carta de fragilidade potencial indica os graus de fragilidade, sob a ação dos processos morfogenéticos atuantes na paisagem, resultantes da interdependência de alguns dos componentes físico-naturais da paisagem: declividade do terreno, erosividade das chuvas e cobertura pedológica; e a carta de fragilidade emergente correlaciona às informações resultantes da fragilidade potencial com as informações de uso do solo, indicando os graus de fragilidade das unidades espaciais conforme a proteção do solo, apresentando as áreas em estado de desequilíbrios pela ação antrópica.

Para que essa metodologia seja aplicável, tais variáveis que comporão o estudo deverão compor um banco de dados de um sistema de informações geográficas. Destaca-se o papel de Crepani et al. (1996, 2001) que ajustou a metodologia proposta por Tricart (1977), introduzindo o uso de geotecnologias, notadamente o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica, para confeccionar mapas de fragilidade ambiental.

Para Spörl (2004) os estudos relativos à fragilidade dos ambientes são de significativa importância para o planejamento ambiental, pois se trata de um instrumento cuja finalidade é identificar e analisar os ambientes em função de seus diferentes níveis de susceptibilidade.

Proporcionando assim, uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico- territorial.

Diante do exposto, a hipótese do trabalho parte da possibilidade de se adaptar a metodologia de Ross (1994), a fim de determinar com eficiência os diferentes níveis de fragilidade ambiental em Regiões Metropolitanas. O objetivo do trabalho foi o de adaptar a proposta metodológica de Ross (1994) para novos procedimentos de determinação da fragilidade ambiental, tendo como área de estudo a Região Metropolitana de Aracaju.

## 2. Recorte espacial da pesquisa

Ocupando área de 860,106 km<sup>2</sup>, onde estão inseridos os municípios de Aracaju, Barra dos Coqueiros, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão, totalizam uma população de 835.816 habitantes, com uma densidade demográfica de 971,75 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2010), dez vezes maior que a densidade demográfica de Sergipe (94,36 hab./km<sup>2</sup>) (IBGE,2010) (Figura 01).

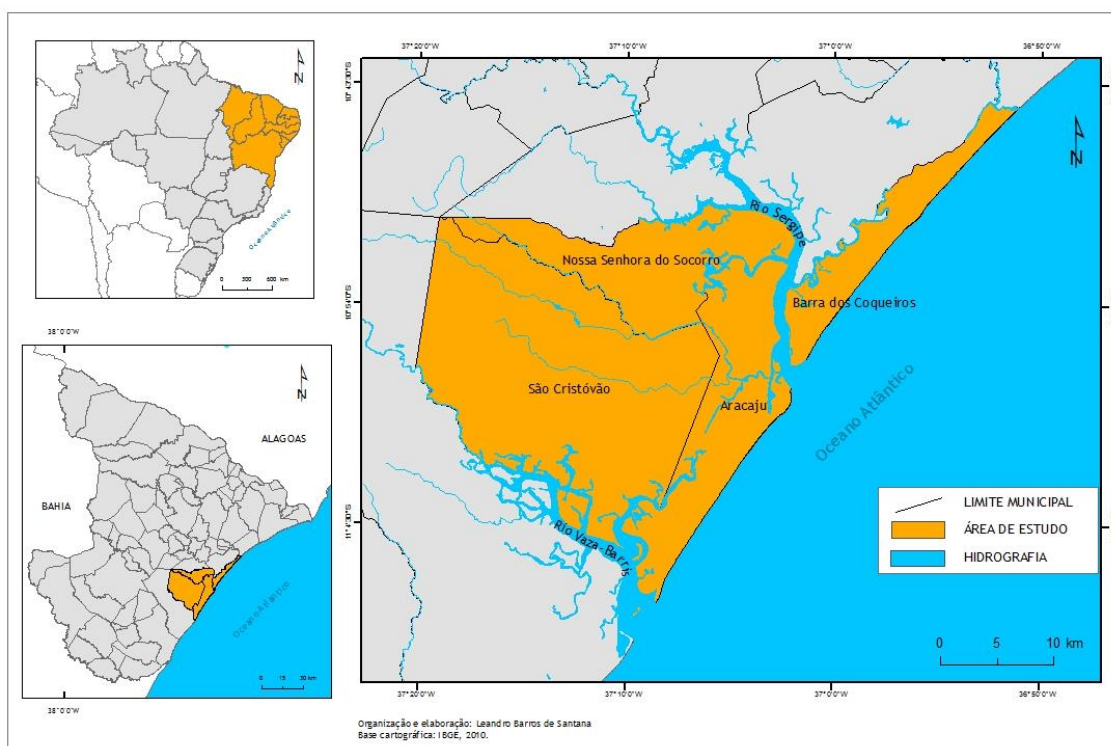


Figura 01 - Localização da área de estudo

## 3. Materiais e métodos

Os procedimentos técnicos científicos empregados consistem na adaptação da proposta metodológica: Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais elaborada por Ross (1994) sendo que o peso das variáveis utilizadas a exemplo dos solos, precipitação e litologia foram adaptados da metodologia proposta por Crepani (1996, 2001) para que as

referências consultadas fossem coerentes com a área de estudo. Todas as informações cartográficas necessárias foram preparadas em ambiente SIG, sendo espacializadas, utilizando-se o software *ARCGIS* 10.2. Foram gerados os mapas de declividade, litologia, pluviosidade, solos e uso da terra. Tais informações foram retiradas do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos produzido pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe, atualizado em 2013.

#### 4. Aspectos fisiográficos

A região metropolitana de Aracaju está assentada sobre bacia sedimentar de Sergipe representada pelos grupos Sergipe e Piaçabuçu e as Formações Superficiais Continentais com estruturas de idade geológica terciário-quadernárias respectivamente (Tabela I).

Tabela I - Unidades litológicas, idade e peso

Unidade litológica	Litologia	Idade	Peso
ENb (Barreiras)	Grupo Barreiras – sedimentos areno-argilosos intercalados com níveis de conglomeráticos.	Terciário	2
K1ra (Riachuelo – Angico)	Arenitos brancos, finos e conglomeráticos. Intercalações de siltito, folhelho e calcário.	Mesozóico	4
K1rm (Maruim)	Formação Riachuelo - Membro Maruim: calcários, dolomitos com níveis de arenitos, siltitos e folhelhos.	Mesozóico	4
K1rt (Taquari)	Formação Riachuelo – Membro Taquari: calcário e folhelhos interestratificados.	Mesozóico	4
K2ca (Calumbi)	Argilito e folhelho, cinzentos a esverdeados, com intercalações de arenitos finos a grossos	Mesozóico	4
K2cta (Aracaju)	Argilitos cinzentos a verdes, folhelhos castanhos e margas amareladas	Mesozóico	4
K2cts (Sapucari)	Calcilutitos cinzentos, maciços e/ou estratificados	Mesozóico	4
NP3eal	Argilitos, siltitos e arenitos feldspáticos e conglomerados	Neoproterozóico	1
Q12e	Depósitos eólicos continentais antigos - areias bem selecionadas com grãos subarredondados	Quaternário-Pleistoceno	5
Q1tm	Depósitos de areias litorâneas bem selecionadas – terraços marinhos pleistocênicos.	Quaternário-Pleistoceno	3
Q2a	Depósitos aluvionares e coluvionares arenosos e argilo-arenosos, localmente com níveis de cascalho	Quaternário-Holoceno	5
Q2e1	Depósitos eólicos litorâneos atuais – areias bem selecionadas, com grãos arredondados	Quaternário-Holoceno	5
Q2fl	Depósitos fluviolagunares -areia e silte argilosos ricos em matéria orgânica	Quaternário-Holoceno	5
Q2pm	Depósitos argilo-siltosos ricos em matéria orgânica - pântanos e mangues atuais	Quaternário-Holoceno	5
Q2tm	Depósitos de areias litorâneas bem selecionadas, com conchas – terraços marinhos holocênicos	Quaternário-Holoceno	5

Elaboração e organização: Leandro Barros de Santana, 2016.

Fonte: Adaptado de Crepani (1996 e 2001).

A geomorfologia é caracterizada pela presença da planície costeira, com declividades variando de 0 a 6% (coberta pelos espodossolos, os neossolos quartzarênicos e os neossolos flúvicos) e tabuleiros costeiros (recobertos em sua maior parte pelos argissolos vermelho-amarelo e em menor proporção pelos argissolos vermelho-amarelo eutrófico) com declividades variando de 6 a 20%, enquanto os valores superiores a 30% encontram-se nas vertentes mais íngremes e em áreas de nascentes. (Tabelas II e III)

Tabela II - Classes de declividade, graus de fragilidade e pesos.

Classes de declividade	Graus de Fragilidade	Peso
0% a 6%	Muito baixa	1
6% a 12%	Baixa	2
12% a 20%	Média	3
20% a 30%	Alta	4
Maior que 30%	Muito Alta	5

Elaboração e organização: Leandro Barros de Santana, 2016.

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Tabela III - Tipos de solos, graus de fragilidade e pesos.

Tipos de solo	Graus de Fragilidade	Peso
Argissolos vermelho-amarelo distrófico	Média	3
Neossolos flúvicos	Muito Alta	5
Neossolos quartzarênico	Muito Alta	5
Gleissolos solódico	Muito Alta	5
Espodossolo	Média	3

Elaboração e organização: Leandro Barros de Santana, 2016.

Fonte: Adaptado de Crepani (1996 e 2001).

A vegetação predominante nos estuários dos rios Sergipe e Vaza-Barris são os manguezais, acompanhada da restinga que recobre o litoral e as dunas, já a mata Atlântica aparece em manchas (morro do Urubu, parque do Ibura), por estar em estágio avançado de devastação. O cerrado surge de forma isolada no litoral associado com árvores frutíferas como as mangabeiras, cajueiros, mangueiras (FRANÇA *et al*, 2008) (Tabela IV).

Para o estudo climatológico foram utilizados dados fornecidos pelo Centro de Meteorologia de Sergipe referentes ao período de 1970 a 2011, para os municípios de Aracaju, São Cristóvão, Santo Amaro das Brotas e Itaporanga D'Ajuda. A análise da distribuição estacional desses municípios utilizando as médias mensais dos postos pluviométricos relacionados ao período analisado indica concentração das chuvas no período outono-inverno, com maiores índices

pluviométricos entre os meses de abril a agosto, tais precipitações são consideradas como de caráter frontológico, caracterizando o clima úmido da região (Figura 02 e Tabela V).

Tabela IV - Uso da terra, graus de proteção e pesos.

Uso da Terra e Cobertura Vegetal	Grau de Proteção	Peso
Áreas degradada/úmida/urbana/industrial/viveiros e salinas	Muito fraca	5
Cultivos agrícolas/solos expostos /pastagem//dunas e areial/	Muito fraca	5
Vegetação de restinga/manguezal	Muito fraca	5
Corpos d'água/	Fraca	4
Floresta estacional/ombrófila/mata ciliar	Alto	2

Elaboração e organização: Leandro Barros de Santana, 2016.

Fonte: Adaptado de Crepani (1996 e 2001).

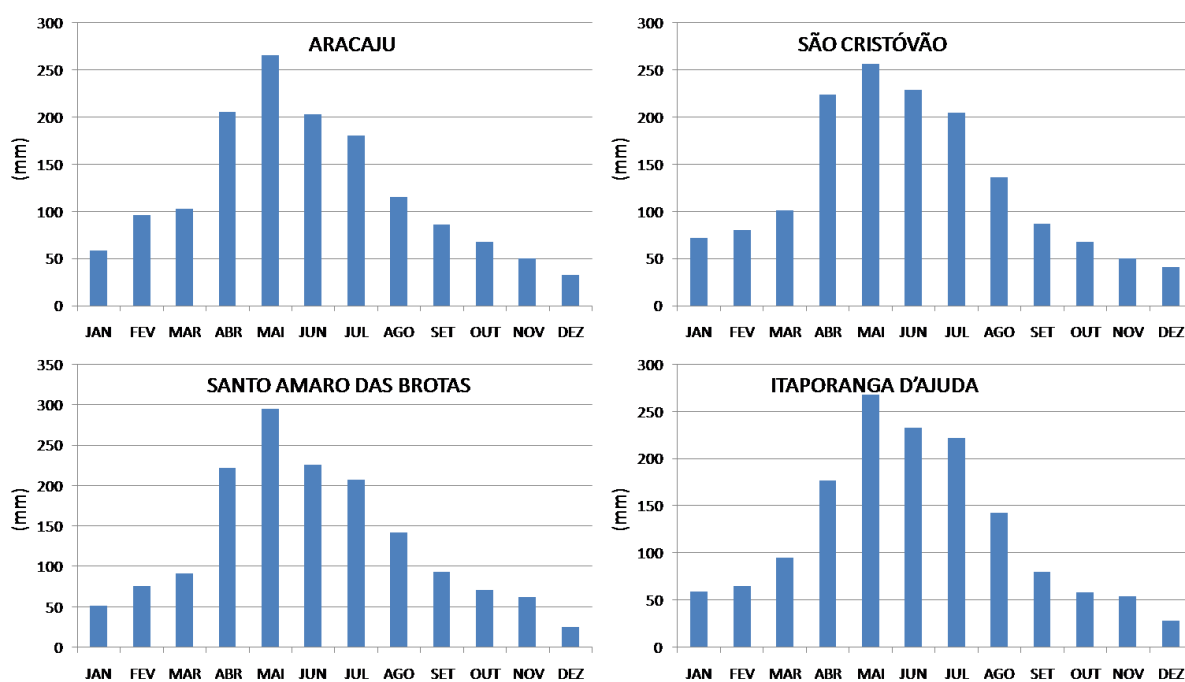


Figura 02 - Precipitação média anual dos municípios de Aracaju, São Cristóvão, Santo Amaro das Brotas e Itaporanga da D'Ajuda

Fonte: CEMESE, dados brutos, 1970 a 2011.

Tabela V - Precipitação média anual, grau de fragilidade e peso.

Precipitação média anual	Graus de Fragilidade	Peso
Médias anuais entre os anos de 1970 a 2011	Média	3

Fonte: Centro de meteorologia de Sergipe, dados brutos, 1970 a 2011.

Para a elaboração do mapa síntese de fragilidade ambiental foram aplicados os métodos de combinação de mapas (álgebra de campo), por meio de sobreposição ponderada, disponível no *ArcGIS 10®*. Primeiro foi feita a conversão dos dados vetoriais para a estrutura matricial (formato tiff.), e posteriormente a reclassificação por meio da ferramenta *Spatial Analyst/Reclassify*. Na sequência foram executados seguintes procedimentos: *Spatial Analyst/Tools/Overlay/Weighted Overlay* (Figura 03).

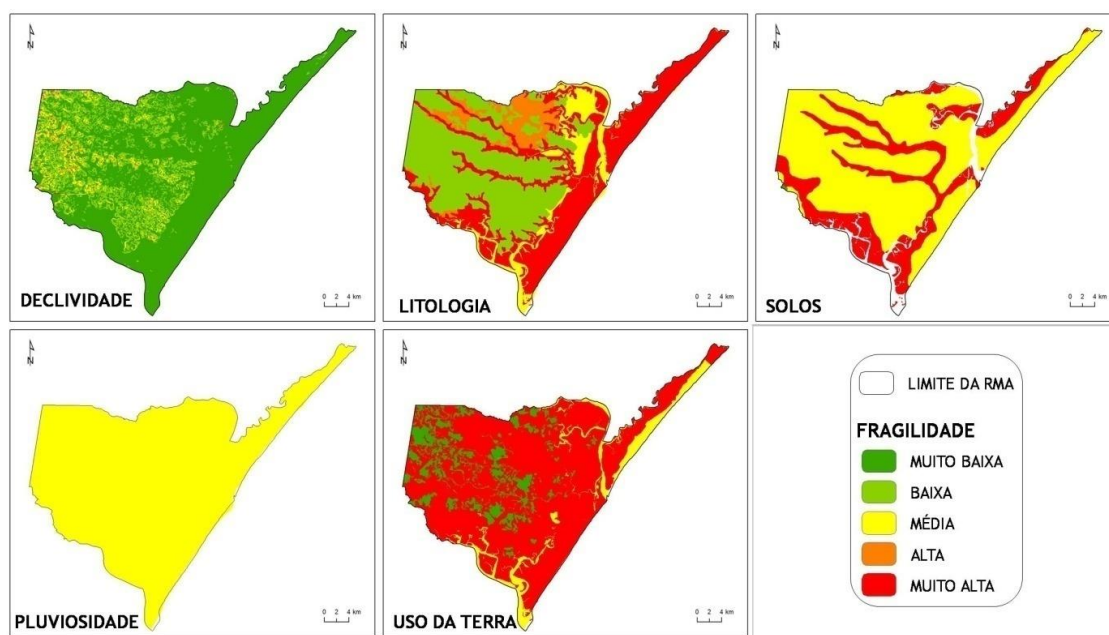


Figura 03 - Reclassificação das variáveis

## 5. Resultados e discussão

Com a combinação dos mapas descritos anteriormente obteve-se o mapa de fragilidade potencial com quatro graus de fragilidade ambiental: **a) Baixa, (b) Média, (c) Alta**, conforme a Figura 04.



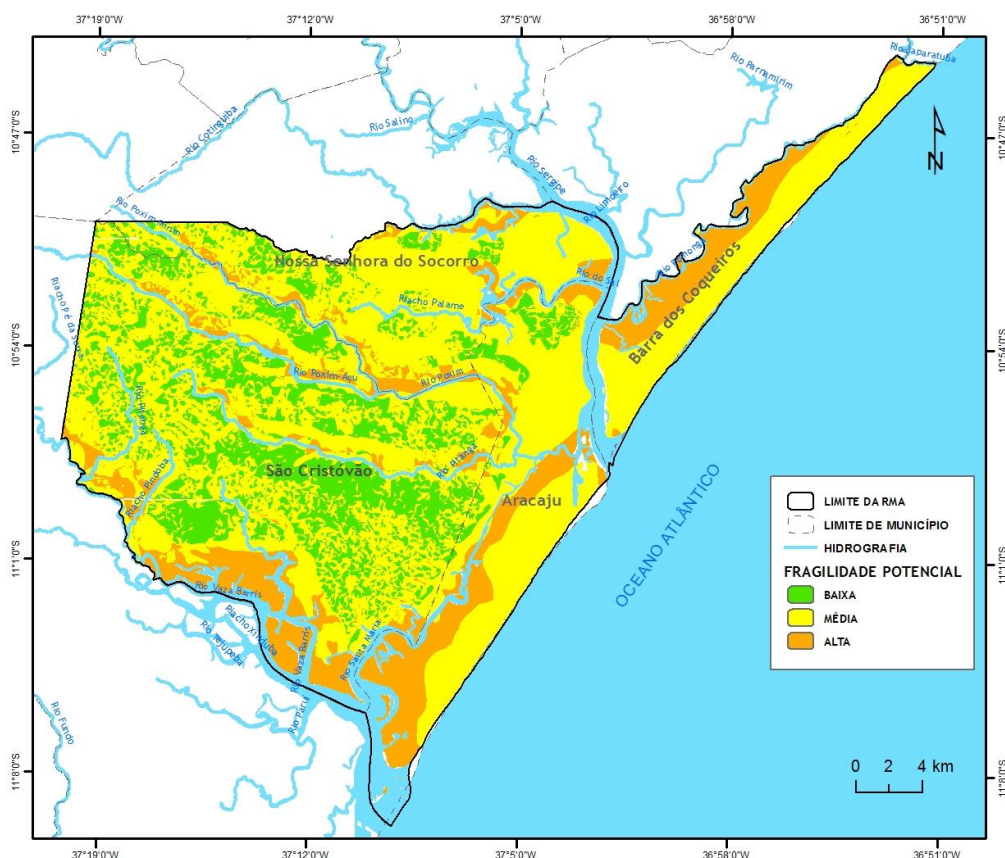


Figura 04 - Mapa de fragilidade potencial da Região Metropolitana de Aracaju

- a. **Baixa Fragilidade Potencial:** A partir da análise do mapa pode-se notar que classe de baixa fragilidade potencial está localizada na unidade geomorfológica sobre a superfície dissecada dos Tabuleiros costeiros com valores de declividades variando de 6 a 12%, recobertos em sua maior parte pelos argissolos vermelho-amarelo derivados dos sedimentos do Grupo Barreiras.
- b. **Média Fragilidade Potencial:** esta classe está distribuída espacialmente por quase toda a área da RMA, em associação com os argissolos vermelho-amarelo com declividades variando de 12 a 20% nos Tabuleiros Costeiros, associados as litologias do grupo Barreiras e das formações arenosas da planície costeira, a exemplo dos terraços marinhos pleistocênicos e das dunas continentais já colonizadas e fixadas pela vegetação de restinga, onde predomina os espodossolos e neossolos quartzarênicos.
- c. **Alta Fragilidade Potencial:** Esta classe está distribuída principalmente ao longo dos principais cursos d'água que drenam a região metropolitana, a exemplo dos rios do Sal, Vaza-Barris, e dos dois principais afluentes do rio Poxim: os rios Poxim-Mirim e Poxim-Açu associadas as baixas declividades (0 a 6%), com os neossolos flúvicos e os gleissolos háplicos. Estas características aliadas às precipitações concentradas em curto

espaço de tempo, geralmente no outono-inverno transformam-se em áreas suscetíveis a alagamentos, principalmente no município de Aracaju.

Com o cruzamento do mapa de fragilidade potencial com o mapa de uso da terra da área estudada, foi gerado o mapa de fragilidades emergentes com quatro graus de fragilidade: (Figura 05).

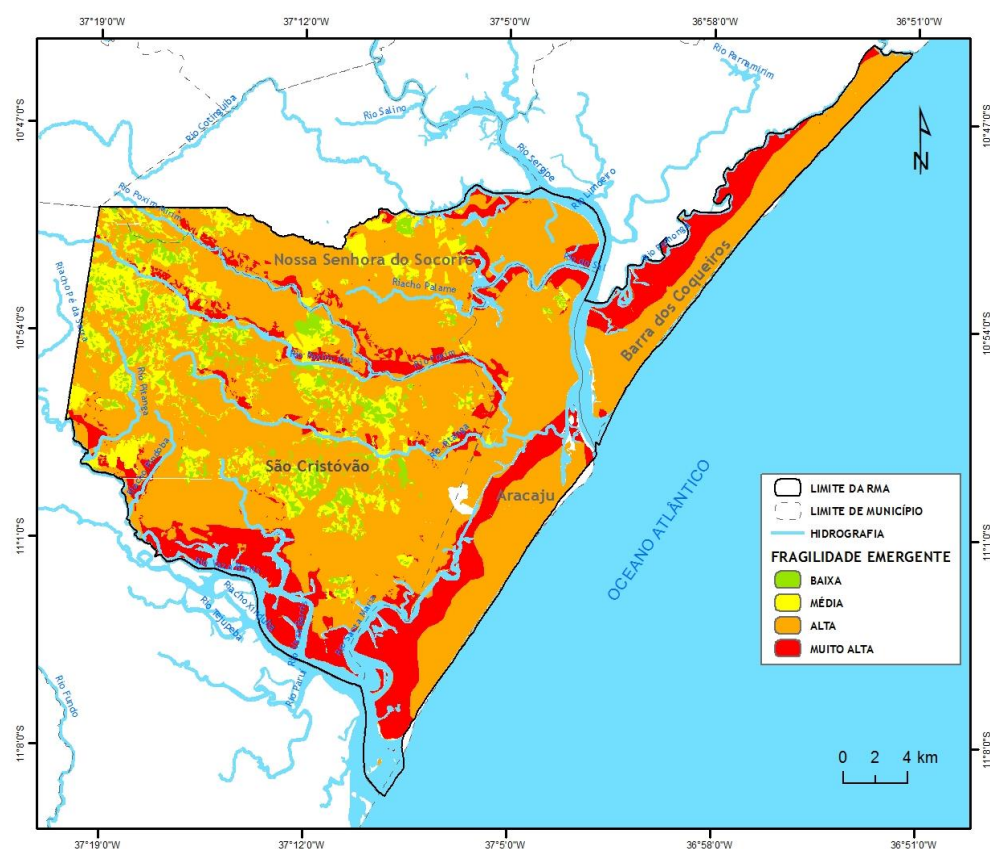


Figura 05 - Mapa de fragilidade emergente da Região Metropolitana de Aracaju

- a) **Baixa Fragilidade Emergente:** ocupa pequenas áreas, com maior participação nos municípios de São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro e em Aracaju nas imediações do Morro do Urubu por ser uma área de preservação permanente, totalizando 33,99 km<sup>2</sup> (4,29% da área), está associado as áreas com resquícios da floresta estacional ombrófila e matas ciliares, com litologias e solos mais resistentes à erosão superficial;
- b) **Média Fragilidade Emergente:** com distribuição espacial semelhante à anterior, com maior participação nos municípios de São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro, com declividades variando de 12 a 20% em associação com os argissolos e os as litologias do Barreiras, em áreas dominadas pela pastagens e cultivos

agrícolas, com resquícios da floresta estacional, totalizando 78,07 km<sup>2</sup> (9,84% da área);

- c) **Alta Fragilidade Emergente:** apresenta maior distribuição espacial com 544,05 km<sup>2</sup> (68,6% da área) está relacionada com a conjunção dos determinantes ambientais a saber: a litologia de idade geológica recente e de pouca coesão a exemplo das areias quartzozas que compõem espodossolos e neossolos quartzarênicos, além das rochas calcárias sensíveis ao intemperismo químico pela água, onde as precipitações são mais concentradas na área em estudo nos meses de abril a agosto. O fator antrópico potencializa essas fragilidades naturais, pois a região metropolitana abriga a maioria da população sergipana, a saber, pela sua alta densidade demográfica com 971,75 hab./km<sup>2</sup> segundo o último censo (IBGE, 2010) onde a população urbana dos quatro municípios ocupa áreas de alta fragilidade natural.
- d) **Muito Alta Fragilidade:** participa com 136,94 km<sup>2</sup> (17,27% da área) de extensão abrangendo os neossolos flúvicos, ao longo dos rios que drenam a área: Vaza-Barris, canal Santa Maria, os rios Poxim-Mirim e Poxim-Açu, além do próprio rio Poxim, rio do Sal e canal do Pomonga. Por serem áreas de influência fluvio-marinha desenvolvem os gleissolos háplicos, característicos das áreas de manguezais, associados à baixa declividade da planície costeira (0 a 6%) são áreas suscetíveis a inundações em épocas de chuvas concentradas em curtos períodos de tempo, principalmente durante o outono-inverno. Deve-se destacar que na área em estudo as planícies dos rios Poxim e riacho Santa Maria e nas imediações da zona de expansão do município de Aracaju sofrem com eventos de alagamentos durante eventos pluviométricos intensos, esta última por ser uma área plana e onde os lençóis freáticos são elevados que ficam saturados durante estação chuvosa e formam as lagoas temporárias, no entanto, devido ao processo de especulação imobiliária estão sendo aterradas para a construção de moradias voltados para a classe média que já está sentindo os efeitos dos alagamentos em épocas chuvosas. Nas proximidades da zona de expansão situa-se o bairro Santa Maria, que apresenta riscos dos movimentos de massa aliados as altas declividades (superiores a 30%) pela presença do Morro do Avião e Piçarreira, potencializado pela população carente que ocupa estas áreas. Risco semelhante ocorre nos bairros Porto Dantas, Coqueiral, Cidade Nova e Industrial. Já o bairro Jabotiana nos últimos anos vem sendo alvo da especulação imobiliária, principalmente nas margens do rio Poxim e nos últimos anos vem sofrendo com enchentes periódicas em épocas de maior precipitação a exemplo do que ocorreu em maio de 2015.

## 6. Considerações finais

A confecção dos produtos cartográficos relacionados às fragilidades potenciais e emergentes a partir da adaptação das metodologias de Ross (1994) e Crepani (1996, 2001) foi fundamental para o entendimento da complexa interação entre os componentes dos sistemas ambientais físicos e socioeconômicos que compõem a Região Metropolitana de Aracaju. Neste trabalho além de utilizar os fatores determinados na metodologia de Ross (1994) (declividade e cobertura vegetal/uso da terra), adicionaram-se neste trabalho os fatores pluviosidade e dados de geologia adaptados de Crepani (1996 e 2001), objetivando uma maior diferenciação quanto aos diferentes níveis de fragilidade do ambiente.

Desse modo foi possível identificar as potencialidades naturais e emergentes da área em questão e compreender que as derivações antropogênicas realizadas foram capazes de interferir no fluxo energético que mantém o sistema em funcionamento e que já estão desencadeando processos degenerativos ao ambiente natural em alguns locais onde a fragilidade potencial já é elevada, com efeitos para a própria sociedade que ocupa estes locais.

Tal constatação sugere a continuidade do trabalho abordando a fragilidade ambiental a níveis de detalhamento mais profundos, que fornecerá subsídios para que as intervenções vindouras considerem em seus estudos de planejamento o conhecimento das potencialidades e limitações do espaço físico metropolitano de Aracaju.

## 7. Bibliografia

Almeida, L. Q. (2012). *Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações*. Cultura Acadêmica, São Paulo.

Crepani, E.; Medeiros, J. S. de; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. (1996). *Curso de sensoriamento remoto aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

\_\_\_\_\_, E.; Medeiros, J. S. de; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. (2001). *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial*. (INPE-8454-RPQ/722). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

França et al, V.L.A. (2008). *Atlas escolar de Sergipe: geo-histórico e cultural*. Editora Grafset, João Pessoa.

IBGE. (2010). *Censo demográfico*. Rio de Janeiro.

Ross, J. L. S. (1994). *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados*. In: Revista do Departamento de Geografia, nº 8. FFLCH-USP. São Paulo.

Spörl, C.; Ross, J. L. S. (2004). *Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos*. GEOUSP - Espaço e Tempo. São Paulo. Número 14, p. 39-49.

Tricart, J. (1977). *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE.

Sergipe. (2013). Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Atlas digital sobre recursos hídricos de Sergipe*. Aracaju. CD-ROM.

\_\_\_\_\_. (1970 a 2011) Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *CEMESE - Centro de meteorologia de Sergipe*. Dados brutos

## **VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MURIAÉ (RJ-BRASIL) COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO AMBIENTAL**

R. R. Amorim<sup>(a)</sup>, S. O. de Souza<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia (DGEO), Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

raul\_reis@ige.unicamp.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia (DGEO), Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

sirussouza@ige.unicamp.br

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho é aplicar a metodologia de mapeamento de vulnerabilidade ambiental proposta por Nascimento e Dominguez (2009) para o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé, situada no interior do estado do Rio de Janeiro (Brasil). Para atender ao objetivo proposto foi necessário inventariar os mapas de unidades geológicas, classes de declividade, classes de solos e uso e ocupação das terras. Para cada atributo contido em cada um dos mapas foi atribuído um peso de 1 a 5, considerando o valor mais baixo para a vulnerabilidade mais baixa e o mais alto para a vulnerabilidade mais alta. O Mapa de Vulnerabilidade Ambiental é o produto do somatório das variáveis propostas. Concluiu-se que a metodologia é eficaz, pois as áreas apontadas como de muito alta e alta vulnerabilidade ambiental coincidem com as áreas sujeitas às inundações, o dos maiores problemas ambientais da área em estudo.

**Palavras chaves:** vulnerabilidade ambiental, bacia hidrográfica, geoprocessamento

### **1. Introdução**

O processo histórico de uso e ocupação do espaço evidencia que a relação sociedade-natureza, efetivada por meio do trabalho, ocorre de forma dialética, pois no momento em que a sociedade transforma a natureza, ela também se transforma. Dessa forma, o entendimento da dinâmica natural de diversos ambientes tende a ser uma das metas dos estudos geográficos. Reconhecer os ambientes garante ao homem a sua supervivência, seja como protagonista, ao extrair recursos do meio, seja como figurante, ao possibilitar a conservação do princípio socioeconômico vigente (BERNARDES; FERREIRA, 2003).

Sabe-se que a funcionalidade dos ambientes naturais é alterada pelas ações humanas em um ritmo mais intenso que aquele normalmente produzido pela natureza. Assim, quando não planejadas, tais alterações proporcionam uma série de desequilíbrios funcionais que, muitas vezes, acarretam consequências drásticas à vida humana (ROSS, 2006).

Exemplos dessas alterações podem ser visualizados na maioria das bacias hidrográficas brasileiras. Segundo Dominguez (2008), nas últimas décadas as bacias hidrográficas sofreram

com a implantação inapropriada de novas formas de uso da terra. O desmatamento, o lançamento de efluentes nos cursos d'água, o aterramento e construção em antigos leitos de rios, denunciam a falta de preocupação com o ordenamento e planejamento territorial. Tais formas, muitas vezes, não consideraram a vulnerabilidade ambiental destas áreas, ocasionando danos irreversíveis aos sistemas naturais presentes e a própria atividade humana.

Ao entender vulnerabilidade ambiental como a maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado pelo uso antrópico (TAGLIANI, 2002), evidencia-se que a avaliação da capacidade de suporte da paisagem se constitui, na atualidade, uma necessidade para se evitar o comprometimento dos recursos naturais e a potencialização de processos morfogenéticos negativos.

Atualmente os enfoques dos trabalhos ambientais têm considerado a necessidade de diminuição dos impactos urbanos, além da conservação do solo, da produção de energia, dentre outras ações, a fim de tornar o uso dos recursos naturais mais sustentáveis. Neste contexto, segundo Oliveira *et. al.* (2010) a bacia hidrográfica tem sido amplamente utilizada como recorte espacial em determinados estudos geográficos, ao passo que vários autores apontam a bacia hidrográfica como uma unidade ambiental que possibilita tratar dos elementos e da dinâmica necessária ao planejamento e a gestão do uso e da ocupação.

Nesta perspectiva, diversas definições de bacia hidrográfica foram formuladas ao longo do tempo (STRAHLER, 1952; CHRISTOFOLETTI, 1991; GUERRA; CUNHA, 1997). Na maioria dos conceitos há uma eminente semelhança e consideração deste recorte espacial, baseado na área de concentração de determinada rede de drenagem. Assim, se considera bacia hidrográfica ou bacia de drenagem, enquanto área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, onde ocorre a captação da água precipitada convergida para a desembocadura. Tal conceito abrange todos os espaços de entrada, circulação, armazenamento e saída de água e materiais por ela transportados, constituindo um sistema de drenagem hierarquicamente organizado (CHRISTOFOLETTI, 1991; CUNHA; GUERRA, 2003;).

Diante disso, tendo como área em estudo o baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé, inserida no extremo norte fluminense, este trabalho se propõe a analisar a vulnerabilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé com vistas a subsidiar ações voltadas ao ordenamento ambiental.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Área de estudo**

O baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé é uma sub-bacia que integra a Bacia

Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. O Rio Muriáé lança as suas águas no Rio Paraíba do Sul no município de Campos dos Goytacazes (PRADO *et al.*, 2005). A Bacia Hidrográfica do Rio Muriáé é dividida em três compartimentos: Alto curso (situado no Estado de Minas Gerais), médio curso (municípios da Região Noroeste Fluminense) e o baixo curso, que se situa no Estado do Rio de Janeiro e abrange seis (06) municípios: três (03) situados na Região Norte Fluminense (Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira e São Fidélis) e três (03) situados na Região Noroeste Fluminense (Cambuci, Italva e Itaperuna), conforme a Fig. 1.

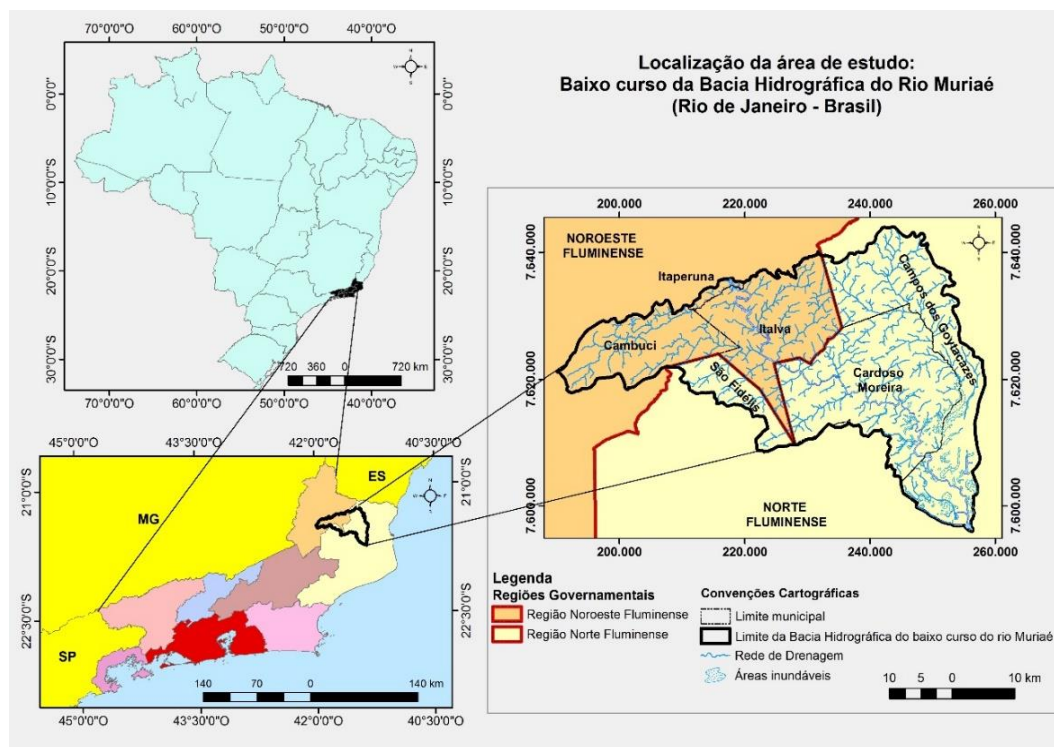


Figura. 1 – Localização da área de estudo.

O rio Muriáé é formado pela confluência dos rios Bom Sucesso e Samambaia, cujas nascentes estão localizadas no município de Miraf a 900 m de altitude. Na Serra das Pedras, derivação da Mantiqueira, passa a ser denominado de Muriáé quando se encontra com o rio Santo Antônio, a 300 m de altitude. A cerca de 5 km a jusante da cidade de Muriáé recebe o rio Glória, seguindo para leste e recebendo as águas de outro importante afluente, o rio Carangola. Desenvolve-se primeiramente no trecho mineiro em uma região de relevo acidentado e de várzeas extensas que concentram principalmente atividades agropecuárias.

O baixo curso da Bacia do Rio Muriáé apresenta cerca de 1.500 km<sup>2</sup> de área, sendo que 520,28 km<sup>2</sup> situadas na Região Noroeste Fluminense (35% da área de estudo) e 979,72 km<sup>2</sup> (65% da área de estudo) pertencentes à Região Norte Fluminense. Dois (02) centros regionais apresentam parte de seu território na área de estudo: Campos dos Goytacazes e Itaperuna. O primeiro apresenta cerca de 11% do seu território no baixo curso do Rio Muriáé, enquanto



Itaperuna tem apenas aproximadamente 2%. Os demais municípios (Cambuci, Cardoso Moreira, Italva e São Fidélis) são pequenos núcleos populacionais onde predominam as atividades ligadas à pecuária para o dinamismo da sua economia.

A precipitação pluviométrica média da região não ultrapassa 1000 mm, sendo registrada ocorrência de valores inferiores a 800 mm. A evapotranspiração, segundo método de Thornthwaite, é superior a 1300 mm anuais. (PRADO *et al*, 2005).

Em âmbito geológico-geomorfológico, o baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé estrutura-se, principalmente, sobre o Cinturão Orogênico do Atlântico e caracteriza-se, em grande parte, por um relevo bimodal marcado pela alternância de conjuntos de alinhamentos serranos escalonados de direção preponderante WSW-ENE, em meio a um relevo colinoso de baixa amplitude com vertentes predominantemente convexas e gradientes suaves.

O ambiente de colinas apresenta, em geral, uma baixa suscetibilidade aos processos erosivos. Já os alinhamentos serranos escalonados, por sua vez, delimitam-se abruptamente com os baixos terrenos colinosos circundantes, apresentando amplitudes de relevo sempre superiores a 300 metros, podendo atingir mais de 700 metros de desnivelamento, configurando vertentes retilíneas muito íngremes com frequente ocorrência de paredões rochosos e deposição de depósitos de tálus nas baixas vertentes convexas.

Assim como o domínio das colinas, convertidas em pastagens subaproveitadas, este domínio serrano encontra-se, em grande parte, desflorestado. O desmatamento generalizado das vertentes declivosas induz a ocorrência frequente de erosão e movimentos de massa rasos, incluindo queda de blocos.

A formação dos solos nesta área em estudo está diretamente associada às distintas unidades geológico-geomorfológicas presentes. Assim, nos sedimentos que compõem os tabuleiros costeiros, instalam-se processos pedogenéticos que deram origem aos Argissolos Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos, Vertissolos, dentre outros. Nas planícies fluviais, instalam-se processos que originam os Espodossolos Hidromórficos, Gleissolos Háplicos, e Cambissolos eutróficos. Por fim, nos sedimentos que compõem os alinhamentos serranos, implantam-se os Argissolos Vermelhos-Amarelos e Vermelhos-Escuros eutróficos (PRADO *et al*, 2005).

Quanto ao uso e ocupação, o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé, é ocupado predominantemente por pastagens, totalizando 78,52% da área segundo dados da Fundação CIDE (2003). As pastagens são destinadas à pecuária de leite e corte, havendo na região, cooperativas de processamento de leite e uma unidade da Parmalat. A agricultura, que ocupa 6,35%, compreende principalmente a cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), que incide predominantemente no município de Campos dos Goytacazes.

Outras culturas de importância na região são: o café (*Coffea arabica*), cultivado nas áreas de maior altitude; o arroz (*Oryza sativa*), que ocupa as áreas de várzeas; e o tomate (*Lycopersicon esculentum*) que é cultivado predominantemente no município de São José de Ubá. A vegetação

natural restringe-se à Floresta Ombrófila Secundária e totaliza 12,83% da área da bacia (PRADO *et al.*, 2005).

Nesta perspectiva a urbanização dos municípios inclusos na área em estudo tem se dado por meio da expansão de bairros periféricos, incorporados à mancha urbana. Em virtude de ser um processo ainda em expansão, essas áreas periféricas se caracterizam pelo alto incremento demográfico, baixo nível de renda, sérios problemas de infraestrutura e escassas condições de saúde e educação, com tendências a ampliar substancialmente os danos até agora provocados e a comprometer o futuro social e ambiental do lugar, que poderá ser ameaçado com índices de pobreza, miséria e degradação do ambiente.

Atualmente, a ocorrência de ocupações urbanas e agropastoris em ambientes de preservação ambiental, tais como as margens do rio Muriaé, afronta à ideia de desenvolvimento urbano sustentável, e se constitui em exemplos de modelos e processos econômicos, socialmente e ambientalmente inadequados. A inexistência de definições e de limites legais de uso e ocupação da terra contribui para a permanência desses processos de ocupação inadequada. O que demanda a necessidade por um estudo que vise à delimitação de vulnerabilidade ambiental da área, e que, ao mesmo tempo, possa ser útil ao planejamento de uma ocupação adequada.

## **2.2. Procedimentos Metodológicos**

Para alcançar os objetivos propostos neste estudo, ele foi dividido em três principais etapas: a primeira é composta de revisão bibliográfica acerca da vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas; a segunda, composta pela elaboração da cartografia básica e aquisição das imagens. A terceira etapa é caracterizada pela integração dos dados e aplicação do índice de vulnerabilidade ambiental em ambiente SIG, com uso do software ArcGIS™ 10.3 e pela redação final da pesquisa. Apresenta-se a seguir, o detalhamento dos principais procedimentos relativos à segunda e à terceira etapa.

Considerando a identificação da vulnerabilidade ambiental por meio da proposta metodológica de Nascimento e Dominguez (2009) que faz uso das variáveis dispostas na Tabela 1 procedeu-se o desenvolvimento de rotinas de geoprocessamento. Iniciando pela produção da cartografia básica através da aquisição de seis cartas topográficas digitais em escala 1:50.000 referentes a área em estudo: Cambuci (SF-24-V-C-IV-1), Italva (SF-24-V-C-I-4), Morro do Coco (SF-24-V-C-3), São Fidélis (SF-24-C-IV-2), São João do Paraíso (SF-24-V-C-I-3) e Travessão (SF-24-C-V-1) todas fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e vetorizadas com a utilização do software ArcGis™ 10.3.

Tabela 1 - Variáveis utilizadas na determinação da vulnerabilidade ambiental.

Variáveis	Crítérios	Fonte e Escala do Material
Geologia	Tempo geológico	DRM (1978) – 1:50.000
Solos	Maturidade pedogenética	EMBRAPA SOLOS – Carvalho Filho et al. (2003) – em escala 1:250.000
Declividade	Variação de declividade	Elaborado com imagens SRTM-30 em escala 1:100.000.
Uso e ocupação da Terra	Tipo de uso e ocupação das terras	Amorim, Reis e Ferreira (2016) em escala 1:100.000

Fonte: Adaptado de Nascimento e Dominguez (2009).

Posteriormente, seguiu-se a adaptação e/ou vetorização de algumas informações necessárias ao desenvolvimento da pesquisa, tais como o mapa geológico produzido por DRM (1978) organizado nas Folhas Cambuci (SF-24-V-C-IV-1), Italva (SF-24-V-C-I-4), Morro do Coco (SF-24-V-C-3), São Fidélis (SF-24-C-IV-2), São João do Paraíso (SF-24-V-C-I-3) e Travessão (SF-24-C-V-1), o mapa pedológico elaborado por Carvalho Filho et al (2003) e o mapa de uso e ocupação da terra elaborado por meio de classificação supervisionada híbrida de imagens LANDSAT-7 TM datadas do ano de 2015, detalhadamente exposto e descrito em Amorim, Reis e Ferreira (2016).

Para a elaboração do mapa de declividade realizou-se a confecção de um Modelo Digital de Elevação (MDE) extraído do sensor SRTM (*Missão Topográfica Radar Shuttle*) que Valeriano (2005) e Valeriano *et al* (2009) a partir de métodos de interpolação geraram modelo com resolução espacial de 30 metros, disponibilizado de forma gratuita na homepage do serviço geológico do Japão: < <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>.

Como ilustrado na Tabela 2, delimitou-se seis classes de declividade distintas, na qual a primeira classe (inferior ou igual a 2%) representa as áreas sujeitas a inundações; enquanto a segunda classe (2,01-5%) enquadra-se dentro do limite urbano industrial, utilizado em trabalhos de planejamento urbanos em regiões litorâneas efetuados segundo norma do IPT e Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo (OLIVEIRA, 2003).

Utilizando das variáveis descritas anteriormente na Tabela 1 em formato raster procedeu-se o desenvolvimento da operação algébrica, atribuindo valores de 1 a 5 (sendo 1, pouco vulnerável e 5, considerado altamente vulnerável) a cada critério e, posteriormente, somando-os, utilizando a ferramenta *Reclassify e Intersect*. Na sequência, para a determinação das classes de vulnerabilidade ambiental os valores atribuídos a cada classe foram interpolados, utilizando a ferramenta raster *calculator*. Os valores atribuídos são descritos na Tabela 2, 3, 4, e 5 e se baseiam nas pesquisas realizadas por Nascimento e Dominguez (2009), Tangliani (2002) e Crepani *et al.*, (1996) e ilustrados na Fig. 2.

Tabela 2 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as classes de declividade do terreno, presentes no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.

Classes de Declividade (em %)	Valor de Vulnerabilidade
$\leq 2$	5
2 - 5	4
5 - 12	1
12 - 20	2
20 - 30	3
30 - 45	5
$\geq 45$	5

Tabela 3 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as unidades geológicas, presentes no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.

Unidade Geológica	Valor de Vulnerabilidade	Unidade Geológica	Valor de Vulnerabilidade
Qa - Sedimentos Fluviais	5	pCIIsj - Unidade Santo Eduardo	2
Tb - Formacao Barreiras	4	pCIIIva - Unidade Vista Alegre	2
pCIItv - Unidade Italva	3	pCIIag - Unidade Angelim	2
pCIIsj - Unidade Sao Joaquim	3	pCIcl - Unidade Catalunha	2
pCIImv - Unidade Monte Verde	2	pCIIIjp - Unidade São Joao do Paraíso	1
pCIIsv - Unidade Serra Vermelha	2	pCIbj - Unidade Bela Joana	1
pCIIsf - Unidade Sao Fidelis	2		

Tabela 4 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as classes de solos, presentes no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.

Classe de Solos	Valor de Vulnerabilidade
Cambissolos (CXbe)	5
Gleissolos (GMd e GXve2)	5
Neossolos (RUbe3 e RUN)	4
Organossolos (OXY)	5
Argissolos (PAX2, PAX3, PVAd10, PVAd19, PAd1, PVAd3, PVAd6, PVAd7, PVAe13, PVAe15, PVAe20, PVAe9, PVe1, PVe2, PVe3, PVe4, PVe7, PVe9, PVe10, PVe15)	2
Latossolos (LAX3, LVAd15)	1

Tabela 5 - Valores de Vulnerabilidade Ambiental para as classes de uso e ocupação das terras, presentes no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.

Classe de uso e ocupação das terras	Valor de Vulnerabilidade	Classe de Uso e ocupação das terras	Valor de Vulnerabilidade
Afloramento Rochoso	5	Pastagem	4
Área urbana	5	Mata Secundária	2
Cultura Temporária	5	Mata Ciliar	1

Desta forma, o índice de Vulnerabilidade Ambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé é resultado da média aritmética encontrada distribuída em cinco classes, com intervalos demonstrados na Tabela 6.

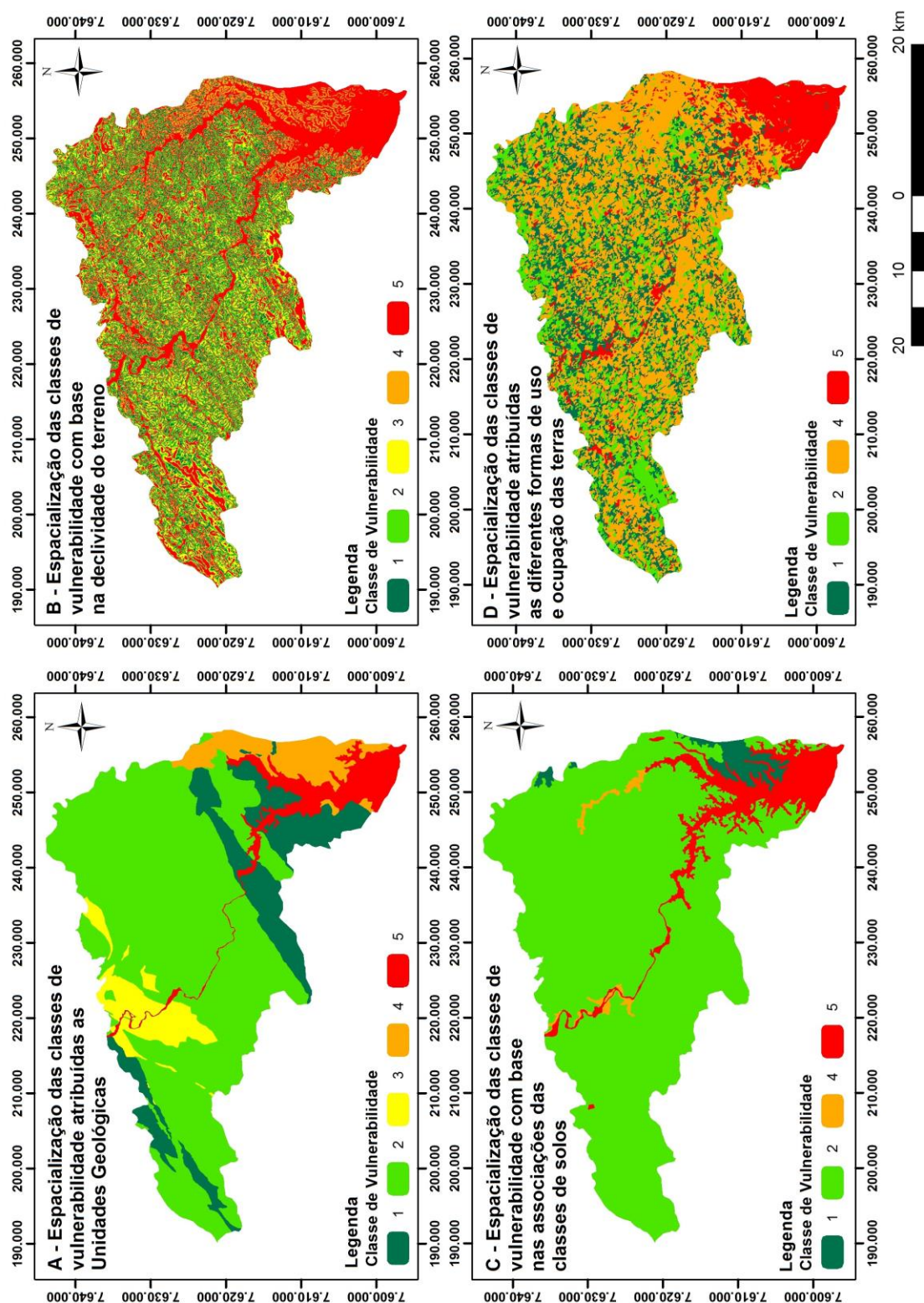


Figura 2 – Espacialização das classes de vulnerabilidade atribuídas: A – Unidades Geológicas; B – Classes de declividade do terreno; C – Classes de solos; e D – Uso e ocupação das Terras.

Tabela 6 - Média aritmética para as classes de Vulnerabilidade Ambiental.

CLASSIFICAÇÃO	INTERVALOS
Muito Baixa	4 – 8
Baixa	8 – 10
Média	10 - 12
Alta	12 – 15
Muito Alta	15 - 19

Fonte: Adaptado de Nascimento e Dominguez (2009)

### 3. Resultados e Discussões

A partir dos mapas de vulnerabilidade ambiental de cada tema foi produzido o mapa de vulnerabilidade ambiental final para os municípios de Belmonte e Canavieiras, em 5 classes (1 a 5), designadas em: baixa, baixa a média, média, alta e muito alta (Fig. 3). Posteriormente estas classes foram mensuradas as percentagens conforme mostra a tabela 7. Os resultados obtidos são discutidos a seguir

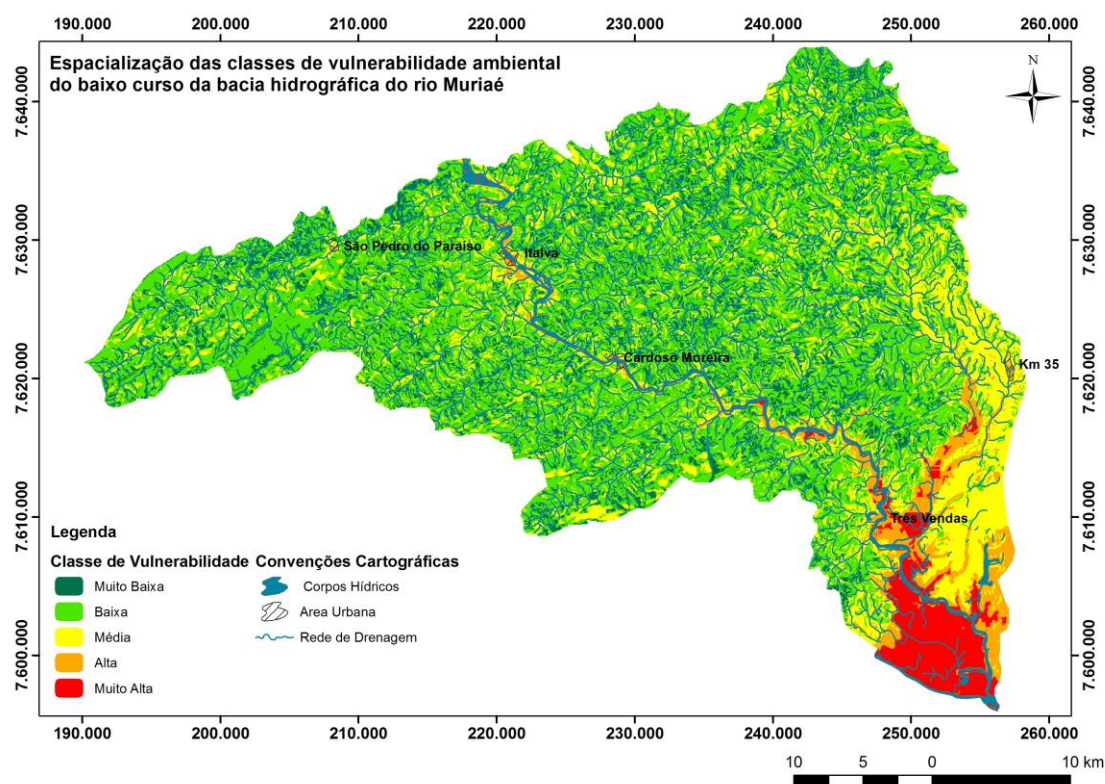


Figura 3 – Espacialização das classes de vulnerabilidade ambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé

Tabela 7 – áreas percentuais para as classes de Vulnerabilidade Ambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.

CLASSIFICAÇÃO	INTERVALOS	Área (km²)	Área (%)
Muito Baixa	4 – 8	183,38	12,27
Baixa	8 – 10	800,992	53,61
Média	10 - 12	372,925	24,96
Alta	12 – 15	74,632	5,00
Muito Alta	15 - 19	62,1	4,16
Total		1494,029	100,00

**Vulnerabilidade Ambiental Muito Alta** - Esta classe que engloba 62,10 km<sup>2</sup> (4,16 %) inclui os Sedimentos Fluviais Quaternários. São as áreas mais baixas da área de estudo, que recebem os fluxos hídricos, formando assim as áreas de várzea que situados em declividades inferiores a 2%. Esta classe engloba as áreas sujeitas às inundações decorrentes das cheias do rio Muriaé e/ou de seus afluentes. As classes de solos predominantes na área são os Cambissolos e os Organossolos e os Gleissolos Hidromórficos, que foram parcialmente drenados para a instalação do cultivo de cana-de-açúcar.

**Vulnerabilidade Alta** – A área corresponde a 74,63 km<sup>2</sup> (5%) da área de estudo. Coincidem com os Sedimentos Fluviais Quaternários que não estão periodicamente inundados, pois se situam em áreas com declividade situadas entre 2 a 5%. As inundações atingem essas áreas quando as cheias do rio Muriaé são muito intensas, como as que ocorreram nos anos de 2008 e 2012. Na área predomina o cultivo da cana-de-açúcar como principal tipo de uso e ocupação das terras, que foram instalados sobre os Argissolos.

**Vulnerabilidade Média** – Esta classe corresponde a 372,925 km<sup>2</sup> (24,96%) da área em estudo. Estas áreas coincidem com os afloramentos da Formação Barreiras, áreas formadas por depósitos sedimentares ao longo do Terciário. Nestas áreas encontram-se colinas com topos aplainados onde os processos pedogenéticos instalam-se e dão gênese aos Latossolos Amarelos. O principal tipo de uso e ocupação das terras é o cultivo de cana-de-açúcar, intercalado por pastagens. A vulnerabilidade ambiental é alta por conta do revolvimento dos solos por conta do ciclo anual da cana-de-açúcar. Na área o manejo da cultura ainda tem na queimada uma prática comum, o que ocasionam a contaminação de áreas distantes com a fuligem. Nas áreas onde a pecuária extensiva predomina, o pisoteio do gado compacta o solo e aumenta os fluxos de escoamento superficial.

**Vulnerabilidade Baixa** – É a classe predominante na área de estudo. Elas coincidem com as áreas de colinas esculpidas nas rochas do embasamento cristalino datadas no Pré-Cambriano. A declividade predominante situa-se entre 5 e 12%. Os solos predominantes são os Argissolos, que dentre as classes de solo da área em estudo, apresentam, menor suscetibilidade a erosão. Predomina na área as pastagens que dão suporte a pecuária extensiva. Por conta dos processos de compactação dos solos ocasionados pelo pisoteio do gado, o escoamento superficial das



águas pluviais é intensificado, desta forma diminuindo os fluxos de infiltração e aumentando a vazão dos canais, potencializando o efeito das inundações nas áreas de Vulnerabilidade Alta e Muito Alta.

Vulnerabilidade Muito Baixa – Esta classe coincide com as poucas manchas de Mata Ciliar e Mata Secundárias ainda presentes na área em estudo. Estas correspondem a 183,38km<sup>2</sup> (12,27 %). As classes de declividade são superiores a 10%, e as classes de solos predominantes são os Argissolos.

#### 4. Considerações Finais

A aplicação da metodologia proposta por Nascimento e Dominguez (2009) para o mapeamento da vulnerabilidade ambiental se mostrou eficiente para o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé. Esse mapa demonstrou que as classes de maior vulnerabilidade (muito alta e alta) coincidem com as áreas que são atingidas periodicamente por inundações de grandes proporções, que causam grandes prejuízos materiais e de vida tanto na área rural como na área urbana.

As áreas de baixa e muito baixa vulnerabilidade predominam na área de estudo. Estas áreas merecem uma atenção, pois a ação antrópica na área em estudo pode acelerar os problemas ambientais na área. Destacam-se as áreas de topo de morro que segundo a legislação brasileira são Áreas de Proteção Permanente (APP). No entanto, observa-se que muitas destas áreas foram desmatadas anteriormente, e hoje são ocupadas por pastagens. Ressalta-se que o uso inadequado dos solos nestas áreas pode acelerar os processos erosivos.

#### 5. Bibliografia

- Bernardes, J. A.; Ferreira, F. P. M. (2003). Sociedade e natureza. In: Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. (org.) *A questão ambiental: diferentes abordagens*. (pp. 17-42) Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Carvalho Filho, A. De; Lumbreras, J. F.; Wittern, K. P.; Lemos, A. L.; Santos, R. D. Dos; Calderano Filho, B.; Calderano, S. B.; Oliveira, R. P.; Aglio, M. L. D.; Souza, J. S. de; Chaffin, C. E. (2003) *Mapa de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 1 Mapa, Color. Escala 1:250.000.
- Christofolletti, A.L.H. (1991) *Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba*. Dissertação (Mestrado em Geografia). São Paulo. FFLCH – Universidade de São Paulo.
- Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Azevedo, L. G.; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V. (1996); *Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico: metodologia desenvolvida para subsidiar o Zoneamento Ecológico-Econômico*. INPE, São José dos Campos.
- Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T (2003). *Geomorfologia do Brasil*. 3 ed. Editora Bertrand Brasil.
- Guerra A. J. T. E Guerra, A. T. (1997) *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. 8 ed.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Lima, W. P.; Zakia M.J.B. (2000) Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho; H.F. (ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo



Nascimento, D. M. C.; Dominguez, J. M. L. (2009); Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*. (39):395-408.

Oliveira, E. D.; Cunha, M. C.; Vestena, L. R. E Thomaz, E. L. (2010) Aspectos Morfométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel, Guarapuava – PR. In: V SimpGeo (Simpósio Paranaense de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, UFPR, *Anais*, Curitiba, 36-51 p

Prado, R. B.; Dantas, M. E.; Fidalgo, E. C. C.; Gonçalves, A. O.; Silveira, M. M. L.; Guimarães, P. V.; Ferraz, R. P. D.; Mansur, K. L. & Dourado, H. V. F. (2005) *Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio Muriaé*. Rio de Janeiro, Embrapa.

Ross, J. L. S. (2006) *Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental*. Editora Oficina de Textos, São Paulo.

STRAHLER, A. N. (1952) *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. Trans. American Geophysical Union, 38.

TAGLIANI, C. R. A. (2002) *Técnica para avaliação da vulnerabilidade de ambientes costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informações*. Porto Alegre, UFRGS. Disponível em: < <http://www.praia.log.furg.br/Publicacoes/2003/2003c.pdf> >. [Acesso em: 10 jan. 2014].

Valeriano, M. M. (2005) Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, GO. *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. p. 1-8.

Valeriano, M. M.; Rossetti, D. F.; Albuquerque, P. C. G. (2009) Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. *Anais...*, São José dos Campos, SP : INPE,v. CD-ROM. p. 1-8.

## 6. Agradecimentos

Ao financiamento concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Processo nº.2016/00007-3.

# IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE CALCÁRIO NA REGIÃO ADMINISTRATIVA DA FERCAL - DF POR MEIO DE CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO, A PARTIR DE IMAGENS DO SENSOR *RAPIDEYE*.

R. M. Marques<sup>(a)</sup>, B. E. de Souza<sup>(b)</sup>, P. D. Pereira<sup>(c)</sup>, B. R. Seixas<sup>(d)</sup>

<sup>(a,b,c,d)</sup> Instituto de Geociências  
marquesderezende@gmail.com  
edbias@unb.br  
geodenilson@gmail.com

## Resumo

O presente estudo analisa a aplicação do método de classificação baseada em objetos como suporte à análise e identificação de áreas de mineração de agregados para a construção civil, dado os impactos e sobretudo a incompatibilidade da implementação de outras atividades durante todo o período de lavra nas referidas áreas. O estudo foi aplicado na região da FERCAL – Brasília / Distrito Federal e utilizou na análise o software open source InterIMAGE e imagens de média resolução espacial RapidEye, obtendo resultados bastante significativos na separação das áreas mineradas, vias de acesso e áreas de vegetação. Outros estudos são sinalizados, visando identificar feições de menor extensão e que fazem parte das áreas industriais da mina.

**Palavras chave:** Classificação baseada em objetos, Mineração, Agregados, InterIMAGE.

## 1. Introdução

O sensoriamento remoto “é uma ciência que visa a obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres”. (Menezes *et al*, 2011).

Um dos principais usos das imagens de sensoriamento remoto é a produção de mapas temáticos. Para a produção de mapas de uso e ocupação do solo as imagens de satélite devem ser classificadas para que possam ser interpretadas pelos analistas e, assim, poder identificar os seus diferentes usos. A classificação da imagem é uma técnica na qual se extraem informações para identificar padrões e objetos homogêneos no terreno. Os modelos tradicionais de classificação são realizados com base na análise do pixel, causando imensas limitações, pois este processo toma por base unicamente a resposta espectral, causando diversas misturas entre os objetos. A classificação baseada em objetos utiliza para a classificação, além da resposta espectral, outros elementos como: textura, cor, rugosidade, brilho, sombra dos alvos e, ainda, a análise do contexto onde o objeto está inserido.

Neste breve estudo a classificação baseada em objetos será conduzida com o uso do *software* open source *InterImage* a fim de identificar áreas de lavras de calcário com o uso de imagens RapidEye.

O foco do estudo visa demonstrar a potencialidade deste novo modelo de classificação e sua aplicação na identificação de áreas de mineração no Distrito Federal, capital federativa do Brasil, onde este tipo de exploração tem gerado inúmeros impactos ambientais desde a década de 1960, ano da inauguração de Brasília.

## 2. Características do Sistema InterImage

O software *InterImage* é um sistema de interpretação de imagens digitais de sensoriamento remoto baseado em conhecimento. O foco deste sistema está na representação explícita de conhecimento *a priori* a respeito das relações entre padrões. Este conhecimento, tipicamente coletado por um especialista humano, reduz a demanda por padrões de treinamento para a modelagem do problema (Costa 2008). O sistema é uma plataforma de código aberto desenvolvida conjuntamente pelo Laboratório de Visão Computacional do Departamento de Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (LVC/PUC-RJ) e pela Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O *InterImage* se fundamenta no sistema GeoAIDA elaborado pelo Instituto para a Tecnologia da Informação da Universidade de Hannover, Alemanha, do qual herdou o desenho funcional, as estruturas de conhecimento e os mecanismos de controle. (Costa 2008).

A interpretação é guiada pela descrição hierárquica do processo de interpretação numa estrutura de rede semântica, composta por nós e arcos, onde os nós representam os conceitos e os arcos representam os relacionamentos entre os conceitos. Aos nós e arcos podem ser conectados operadores de classificação que produzem uma imagem rotulada a partir de uma imagem original conforme exposto na Figura 1.

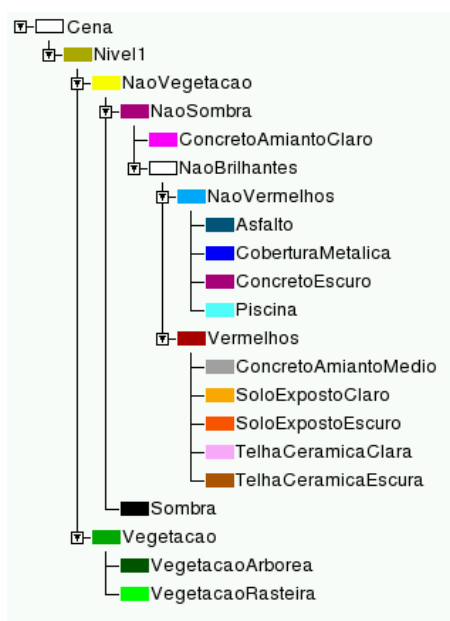


Fig. 1 – Exemplo de Rede Semântica. (Costa *et al.*, 2008).

A análise baseada em objetos demanda um procedimento inicial de segmentação da imagem para a criação dos objetos, conforme demonstra a figura 2 (Vieira, 2010, apud Passo, 2013).

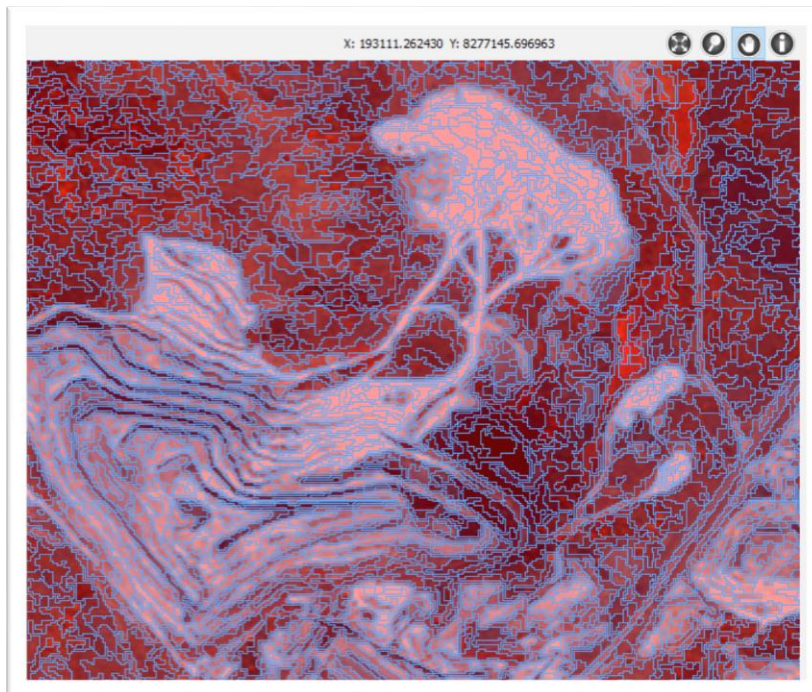


Fig. 2 - Demonstração da segmentação da área de estudo  
Mina de calcário (Queima Lençol) - Sobradinho – DF

### 3. Importância da identificação das áreas mineradas

A atividade de mineração de agregados para a construção civil, neste caso o calcário para brita e demais produtos industriais como o cimento e o concreto, ocorre normalmente de forma pontual no território. Contudo, sua ação inviabiliza o uso do local para outros fins porque é incompatível com outros usos do solo durante a execução do projeto de mineração. É importante ressaltar que áreas para produção de agregados minerais de uso direto na construção civil como rochas, areias e argilas, devem se localizar próximas aos centros consumidores porque grandes deslocamentos impactam no preço final do produto devido aos custos de transporte para esses minerais de baixo valor agregado. No caso dos minerais de uso direto na construção civil, políticas e instrumentos legais de ordenamento territorial municipais, estaduais ou mesmo federais que não consideram as jazidas de rochas para britagem, areia e argilas nos arredores dos centros urbanos, comprometem o suprimento desses minerais para a indústria de construção civil, na medida em que geram conflitos locais.

Ciente da problemática que envolve a pesquisa e a lavra de agregados minerais para a construção civil o Ministério de Minas e Energia (MME) instituiu o Plano Nacional de Agregados para a Construção Civil (PNACC) por meio da Portaria MME nº 222/2008. O objetivo deste plano é

garantir o suprimento adequado de insumos minerais no presente e no futuro, que são considerados essenciais nas obras de infraestrutura, saneamento e habitação. O consumo *percapita* de agregados é adotado como indicador de qualidade de vida e do nível de desenvolvimento do país. O PNACC parte de princípios que indicam que os agregados em uma função social, uma vez que enfoca o favorecimento do acesso aos bens minerais para as populações menos favorecidas, principalmente visando o suprimento de moradias; visa, ainda, a sustentabilidade ambiental, a cooperação entre os entes federados sem prejuízo de suas autonomias e o respeito à geodiversidade e à biodiversidade. O Plano adota diretrizes, tais como a sustentabilidade ambiental, saúde e segurança no trabalho. As diretrizes de ordenamento territorial formam parte importante do corpo da norma, dessa forma, estabelece que se deve compatibilizar a rigidez locacional dos depósitos com as outras formas de uso e ocupação do solo compatibilizando a extração com outros usos e ocupações do solo, principalmente em regiões metropolitanas, abrindo a discussão e institucionalizando a importância do ordenamento territorial relacionado à produção de minerais agregados para a construção civil.

#### **4. Descrição da área de estudo**

A Região Administrativa da Fercal no Distrito Federal está situada na porção nordeste do Plano Piloto de Brasília. Possui importantes reservas de calcário, argila e areia e outros minerais em quantidades não significativas. A atividade de mineração de calcário ocorre de forma industrial, com dois grandes projetos verticalizados de produção de agregados para a construção civil, concreto usinado, argamassas industrializadas, cimento e calcário agrícola. Há também outros projetos de mineração de calcário, mas que operam na produção de agregados para construção civil, tais como areia industrial e brita, além de concreto betuminoso. O foco deste trabalho são as áreas de mineração de calcário nas minas de Queima Lençol e Fercal, conforme a figura 3. A Mina Fercal (Cimento Tocantins – Grupo Votorantim) produz calcário, agregados, argamassa e concreto. Abastece o DF, GO, MG e TO, operando desde 1967. A Mina de Queima Lençol (CIPLAN) foi fundada em 1968, produz calcário, agregados, concreto e argamassas, abastecendo o DF, MT, GO, TO, MG, SP, MA e CE. Ambas são minas de grande porte, conforme demonstra a tabela 1.

Tabela 1 - Lista Simplificada das Maiores Minas Brasileiras

Posição	Nome da Mina	Localização	Produto	Produção ROM <sup>1</sup> estimada 2013 (t)	Classe
1	N5 complexo Carajás 1	Parauapebas - PA	Ferro	57.320.000,00	Grande
2	Morro do ouro	Paracatu - MG	Ouro	55.699.068,00	Grande
3	Casa de Pedra	Congonhas - MG	Ferro	55.000.000,00	Grande
11	Chapada	Alto horizonte - GO	Cobre	21.180.073,49	Grande
14	Bela Cruz	Porto trombetas - PA	Bauxita	16.161.458,00	Grande
27	Queima Lençol	Sobradinho - DF	Calcário	7.383.572,00	Grande
52	Fercal	Sobradinho - DF	Calcário	3.158.488,27	Grande
56	Jacuí	Charqueadas - RS	Areia	2.724.942,00	Grande
57	Pedreira Itapeti	Mogi das Cruzes - SP	Pedra Britada	2.646.921,00	Grande
144	Curumim	Rafard - SP	Areia	396.100,00	Média
146	Pirineus	Cocalzinho de Goiás - GO	Calcário	338.485,31	Média
168	Ibaré	São Gabriel - RS	Calcário	74.386,00	Pequena
174	Arterplan	Fraiburgo - SC	Pedra Britada	56.000,00	Pequena

Fonte: Revista Minérios e Minerais - 2014 / 1 - ROM - Run of Mine = Produção Bruta

A figura 3 apresenta o porte e a forma das minas da Fercal a oeste e Queima Lençol a leste.

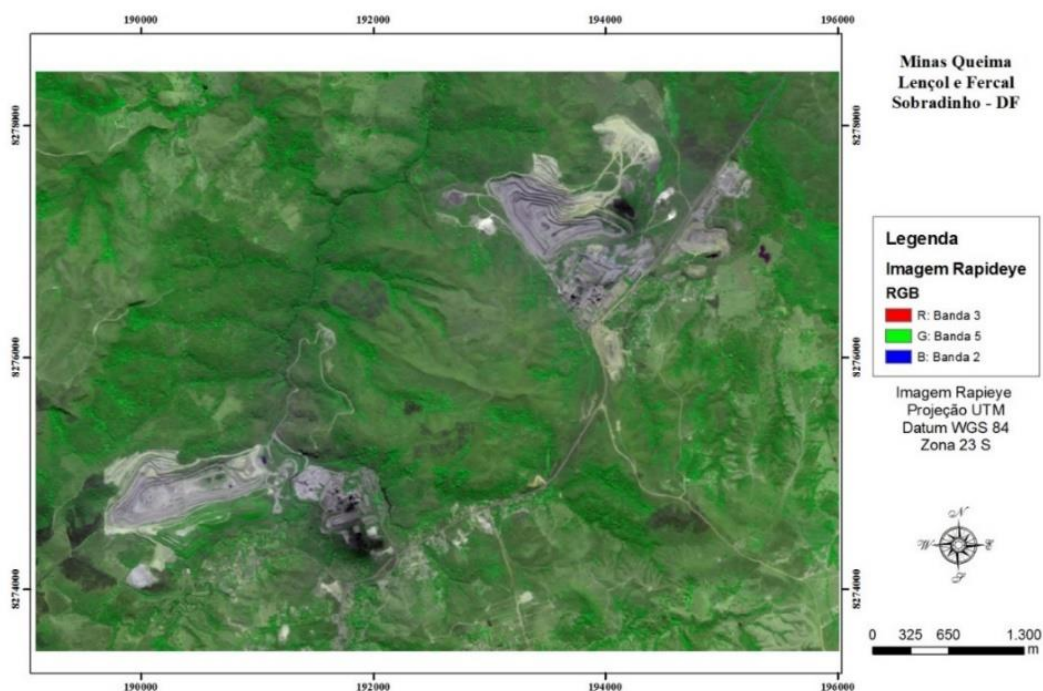


Fig. 3 - Minas de Queima Lençol e Fercal

Agregados para Construção Civil são materiais granulares sem forma ou volumes definidos que podem ser classificados considerando a origem, a densidade e o tamanho dos fragmentos (Frazão & Paraguaçu, 1998 apud Salvador e Almeida, 2006). Os minerais de empenho imediato na construção civil são definidos legalmente pelo Decreto nº 3.358, de 2 de fevereiro de 2000:

- Areia, cascalho e saibro, quando utilizados *in natura* na construção civil e no preparo de agregado e argamassas;

- Material sílico-argiloso, cascalho e saibro empregados como material de empréstimo;
- Rochas, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões ou lajes para calçamento;
- Rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil.

Com a urbanização da sociedade brasileira e porque a tecnologia construtiva atual é baseada na cadeia produtiva do cimento e dos agregados, o uso desses minerais deve se manter indispensável, mesmo que a demanda possa ser influenciada pelos ciclos econômicos. Além disso, o déficit de moradias no Brasil e a necessidade de instalações urbanas são significativas, tais como sistemas de saneamento básico, abastecimento de água e sistemas de transporte, mobilidade e equipamentos públicos de saúde, lazer, segurança, educação e cultura. Em 2012 o *déficit* habitacional brasileiro foi estimado em 5,430 milhões de moradias. (Fundação João Pinheiro, 2015).

Segundo o levantamento da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo (FIPE), disponibilizado pela Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a Construção Civil (ANEPAC), a partir do Relatório Técnico de Análise de Cadeia Produtiva de Agregados Minerais para Obras de Construção Civil e de Infraestrutura, elaborado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a quantidade utilizada de agregados em algumas obras é explicitada na tabela 2.

Tabela 2 – Usos e Quantidades de Agregados em Obras Civas Seleccionadas

Usos	Quantidades
Unidade de auto-construção de até 35m <sup>2</sup>	21 t de agregados
Habitações populares de 50m <sup>2</sup>	68 t de agregados
Manutenção de vias municipais	100 t/ km
Estradas	3.000 t/km
Pavimentação urbana	varia de 0,116m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> a 0,326m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Escola de 1.200m <sup>2</sup>	1.000m <sup>3</sup> de agregados (1.680t)

Fonte: ANEPAC/ABDI-2012

No estudo sobre agregados para a construção civil, em 2009 o DNPM – Departamento Nacional de Pesquisa Mineral, publicou dados que mostram que na primeira década do século 21, em 16 países europeus, registrava-se o consumo médio de 6 a 10 t/habitante/ano de agregados. A produção europeia foi estimada em 2,8 bilhões de toneladas em 2002, com consumos *percapita*/ano calculados em 6,4t/ano na França, 9,4t/ano na Espanha, 4,2t/ano na Alemanha, 6,3t/ano na Itália e 3,7t/ano na Inglaterra. (Calaes, 2007) Nos Estados Unidos o consumo médio é de 8 t/habitante/ano com uma produção de cerca de 1 bilhão de t/ano. No Brasil o consumo médio *percapita* de agregados segundo o Instituto Brasileiro de Mineração foi de 3,50 t/habitante em



2011. A demanda por agregados no Brasil aumentou de 460 milhões de toneladas em 1997 para 673 milhões de toneladas em 2011, crescimento de 46,2%. (IBRAM, 2012) O consumo de materiais de construção indica o nível de urbanização de um país. (La Sierna & Rezende, 2009). De acordo com a relevância da produção e do consumo de agregados e sua problemática territorial em relação ao uso e ocupação do solo, é importante produzir mapas temáticos de uso e ocupação do solo para subsidiar trabalhos de ordenamento territorial da mineração e agregados. Neste sentido, a aplicação do Software InterIMAGE, apresenta-se como uma eficiente ferramenta para a produção destes produtos temáticos, pois consegue agregar no processo de análise, outros atributos além da resposta espectral dos alvos analisados.

## 5. Material e Métodos

Para executar o trabalho de foram utilizados os seguintes produtos:

- Imagem do sensor RapidEye, projeção UTM, Datum WGS 84, Zona 23S, tomada em 01 setembro de 2011. 5 bandas espectrais com Resolução espacial de 5 metros.
- Para realizar a classificação da imagem e as demais operações de confecção do mapa de classificação foram utilizados os seguintes *softwares*:
  - a) Envi 4.8
  - b) *InterImage* 1.42 – 64 bits.
  - c) ArcGIS 10.1 – (ESRI, 2012).



O método de trabalho seguiu o esquema de acordo com a figura 4 - fluxograma de execução.

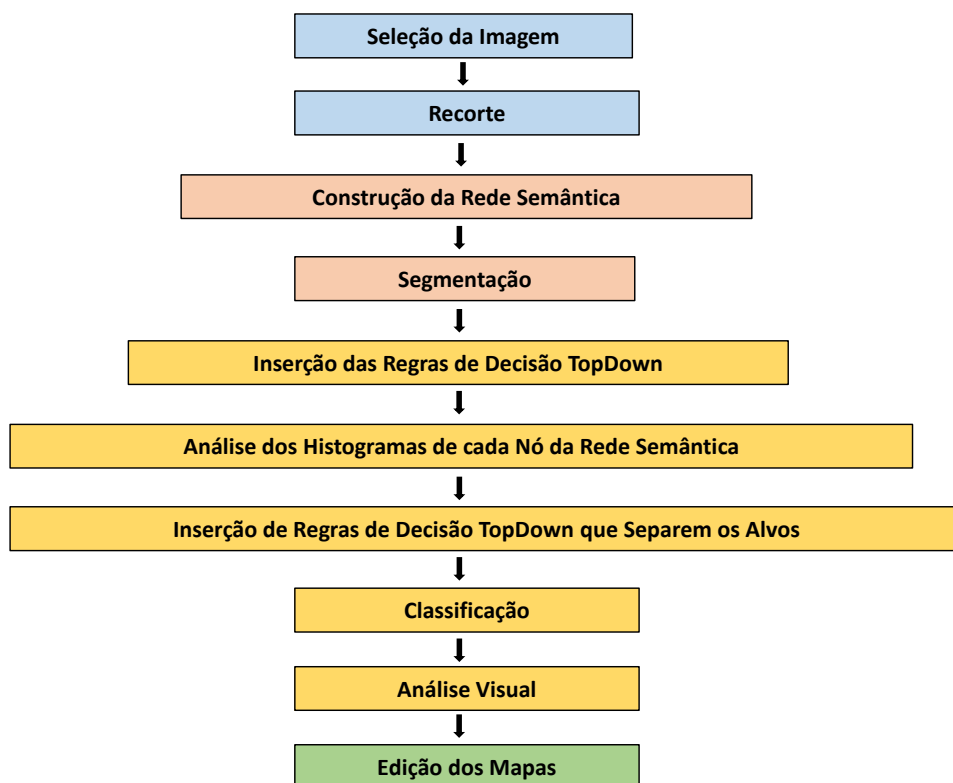


Fig. 4 – Fluxograma de execução

A figura 5 demonstra a rede semântica constituída e as regras de decisão Topdown aplicadas para segmentar e classificar a imagem.

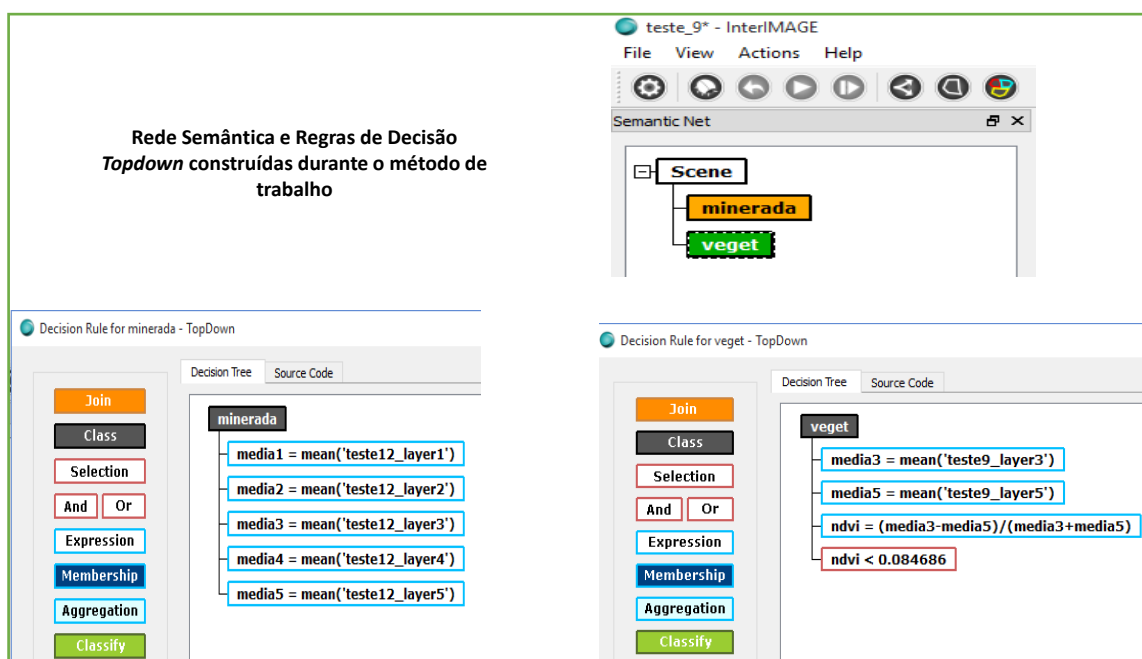


Fig. 5 - Rede semântica e regras de decisão *Topdown* aplicadas

## 6. Resultados

Com os processamentos executados foi possível separar duas classes de alvos: áreas mineradas e áreas de vegetação. A classificação também identificou as áreas de depósitos de rejeitos de calcário e as vias onde há a circulação dos veículos de transporte do minério, porque são vias encobertas por calcário. Assim, foi possível identificar na imagem todas as áreas onde o calcário está exposto ou o solo é usado para a finalidade da mineração. As instalações industriais de beneficiamento e de produção de concreto, de cimento e argamassa também foram identificadas como áreas mineradas, ou seja, todo o conjunto produtivo foi classificado como área minerada. Possivelmente, o material pulverulento do calcário que encobre toda a área de produção tenha sido identificado como calcário, uma vez que várias regras de decisão foram testadas, mas não conseguiram classificar as instalações industriais separadamente da área da mina. Contudo, a separação entre as áreas de vegetação foi bastante discriminada em relação ao conjunto mina/indústria. O mapa de classificação, figura 6, apresenta a classificação executada.

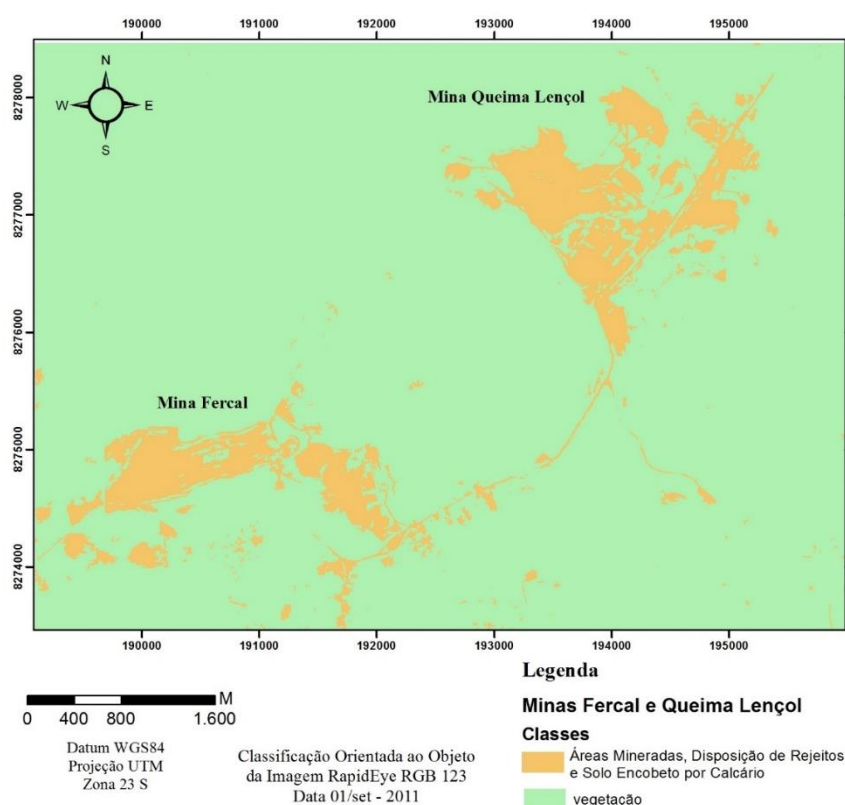


Fig.6 - Mapa de Classificação da região das Minas Fercal e Queima Lençol

## 7. Considerações finais

Como o presente projeto faz parte de uma tese de doutorado, alguns regras de decisão e os modelos de análise de qualidade ainda não foram implementados e testado, entretanto, alguns resultados já podem ser descritos como:

- a. A aplicação do *software InterImage* demonstrou ser adequada para a classificação de imagens visando a separação dos alvos de áreas mineradas em relação ao meio circundante.
- b. Outras regras de decisão devem ser implementadas visando otimizar a classificação de pequenas áreas onde estão localizadas as instalações industriais das minas de exploração..

## 8. Bibliografia

- Almeida, S. L. M. de. LUZ. (2009) Adão Benvindo da. Manual de Agregados para a Construção Civil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT.
- Calaes, G. D. (2007) Bases para o Desenvolvimento Sustentável e Competitivo da Indústria de Agregados nas Regiões Metropolitanas do País – Parte 1. Revista da Escola de Minas de Ouro Preto. Dez. Vol. 61, no. 1, p. 47-56. ISSN 0370-4467.
- Costa, G. A. O. P. (2008) Interimage: uma plataforma cognitiva open source para a interpretação automática de imagens digitais. Revista Brasileira de Cartografia, nº 60/04.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (2015) Centro de estatística e Informações. Déficit habitacional no Brasil 2011-2012. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: [www.fjp.mg.gov.br](http://www.fjp.mg.gov.br). Acesso em 14 de set/ 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (2012) Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira. 7º edição. Brasília, DF.
- La Sierna, H. A. de. Rezende, M. M. Agregados para a Construção Civil. Economia Mineral do Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília: Cidade Gráfica e Editora Ltda. 2009.
- Meneses, P.; Tati, A. (2011). Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. UnB/ CNPq. Brasília, 2011.
- Passo, D. P. Análise da Qualidade de Classificadores para Identificação de Alvos Urbanos em Imagens de Alta Resolução Espacial – uma aplicação com as imagens do Satélite WORLDVIEW II. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Brasília: 2013.

## UNIDADES AMBIENTALES Y FRAGILIDAD EN EL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA CIUDAD DE RIO GALLEGOS, PATAGONIA AUSTRAL, ARGENTINA

E. Mazzoni<sup>(a)</sup>, B. Ercolano<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Unidad Académica Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral  
elimazzoni@yahoo.com.ar

<sup>(b)</sup> Unidad Académica Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral  
bercolano@yahoo.com.ar

### Resumen

Este documento analiza la peligrosidad natural de la localidad de Río Gallegos en el S de la Patagonia. Se presentan las unidades ambientales, en cuya configuración cobran gran importancia los aspectos geomorfológicos. De la utilización del espacio se derivan una serie de problemáticas, asociadas principalmente con los riesgos de inundación y anegamiento. Se elaboró un mapa de sensibilidad ambiental que advierte sobre las zonas más conflictivas y que puede ser utilizado como una herramienta para la planificación urbana.

**Palavras chave:** Sensibilidad ambiental, uso urbano, Río Gallegos, Patagonia

### 1. Introducción

La ciudad de Río Gallegos (51° 37' S y 69° 13' O) se ubica en el ambiente extracordillerano del sur de la Patagonia, en un área de interfluvio delimitada por el tramo inferior de los ríos Gallegos y Chico, que comparten su desembocadura formando un estuario complejo que drena hacia el Atlántico. La urbanización se ha extendido ocupando parcialmente tierras inundables, lo cual es motivo del principal problema ambiental que la afecta.

El objetivo de este trabajo es delimitar las unidades ambientales del área de emplazamiento de la localidad y jerarquizarlas según su grado de fragilidad o sensibilidad frente a la ocupación urbana. Se pretenden identificar las amenazas ambientales de índole natural que afectan a la ciudad y las áreas de mayor peligrosidad, además de brindar una herramienta de consulta para los diversos actores sociales que advierta sobre la problemática de continuar con el proceso indiscriminado de ocupación del suelo.

Las Unidades Ambientales son unidades de integración que pueden definirse por su relativa homogeneidad tanto en sus características físicas como en su comportamiento o respuesta frente a determinadas actuaciones o estímulos exteriores, por lo que constituyen una base adecuada para la organización territorial (Gómez Orea 2001; Lab. Urbanismo y Ord. del Territorio, U. de Granada, 2016).

Su delimitación se llevó a cabo sobre la base de una cuidadosa interpretación visual de fotografías aéreas e imágenes satelitales históricas y actuales de diversa resolución espacial, MDE y cartografía topográfica y temática. Asimismo, se llevaron a cabo detallados relevamientos en el terreno. Toda la información fue organizada en un entorno SIG, que posibilitó la interrelación de las capas y la elaboración cartográfica. La morfología juega un papel determinante en la configuración de las diversas unidades y en la problemática ambiental local. En virtud de ello, se generó cartografía geomorfológica detallada, base del mapa de sensibilidad ambiental.

El área de estudio comprende una superficie de 82,71 km<sup>2</sup>, que incluye a la ciudad de Río Gallegos y a su entorno inmediato, caracterizado por un uso rur-urbano. La planta urbana se encuentra parcialmente ocupada, existiendo lotes vacíos tanto dentro del área céntrica como en la periferia.

## **2. Emplazamiento de la ciudad de Río Gallegos**

El emplazamiento de la ciudad se define como “el espacio concreto y material sobre el que la ciudad se asienta; es el conjunto de hechos físicos y constituye el marco y soporte de la ciudad” (Zárate 1992). Este marco natural está integrado por diversos componentes cuyo comportamiento se interrelaciona entre sí: el clima, el sustrato geológico, el relieve, las condiciones hidrológicas, el suelo y los biomas. En su conjunto constituyen el “medio” o “ambiente” sobre el que desarrollan su vida los habitantes urbanos.

En la ciudad de Río Gallegos, la falta de trabajos de base ha llevado a un crecimiento desordenado que implica un riesgo potencial para la población. La localidad cuenta con unos 105.000 habitantes (INDEC, 2013) y un único plan de ordenamiento, elaborado en la década de 1960 (Pastor y Bonilla 1966). Sus lineamientos fueron parcialmente atendidos o desestimados ante un rápido crecimiento demográfico, que llevó a la ocupación de sectores no adecuados desde el punto de vista ambiental, en el que se conjugan aspectos hidrogeomorfológicos y ecológicos. A continuación se presentan las características del medio natural, condicionantes de la problemática de interés:

### **2.1. Clima**

El extremo austral de continente sudamericano posee clima templado-frío, semiárido y ventoso (Coronato et al. 2008). El comportamiento de la temperatura es consecuencia de la posición latitudinal, con un valor medio anual de 6° C y medias de verano e invierno que fluctúan entre 12° y 2° C, respectivamente. La frecuencia anual de días con heladas es mayor a 60. Las precipitaciones se ven influidas por el anticiclón permanente del Pacífico Sur y por la cercanía del océano Atlántico y el estrecho de Magallanes. En tanto dominan los vientos del O, que

descargan la humedad en la franja cordillerana, Río Gallegos recibe escasas precipitaciones, que rondan los 240 mm de media anual. El viento es uno de los elementos del clima que lo caracteriza con más fuerza. Toda el área se ve afectada por vientos constantes predominantes del O - SO con velocidad media de 35 km/h. Se manifiestan con mayor rigor durante los meses de primavera y verano, cuando soplan con más intensidad y frecuencia, con ráfagas que suelen superar los 100 km/h, intensificando las condiciones de sequedad del ambiente.

## 2.2. Geomorfología

Los rasgos del relieve responden a la historia geológica regional. Desde el Plioceno, el sur de Patagonia fue objeto de numerosos procesos de glaciario a partir de los centros de englazamiento ubicados en la cordillera de los Andes (Rabassa, 2008). Durante los períodos glaciales los ríos, alimentados por las aguas de fusión de los hielos, arrastraron y depositaron potentes capas de sedimentos que alcanzaron el litoral atlántico y ensacharon los valles. En los lapsos interglaciales estos ríos profundizaron sus cauces por el consecuente aumento de su capacidad de carga. Se labraron de esta manera una serie de niveles de terrazas estrechamente asociadas a dichas oscilaciones climáticas. En uno de esos niveles se emplazó originalmente el casco urbano de Río Gallegos, extendiéndose en la actualidad hacia uno superior y hacia otras unidades geomorfológicas estuarinas, ubicadas en cotas inferiores (Fig. 1). Las alturas máximas alcanzan los 25 m, descendiendo escalonadamente en dirección SE hacia el frente costero, donde las construcciones más próximas al estuario se localizan en los 7 m s.n.m. aproximadamente.

Las superficies aterrazadas presentan un relieve suavemente ondulado que responde a la morfología original de los depósitos aluvionales, con el carácter propio de las acumulaciones vinculadas a flujos hídricos de gran magnitud. La superficie se encuentra disectada por una serie de paleocauces que se integran en una red de drenaje afuncional de hábito trenzado. Estos drenajes delimitan sectores topográficamente más elevados que corresponden a antiguos depósitos de barra de canal conformados por sedimentos gravo-arenosos muy permeables.

Algunos de estos paleocauces fueron modificados como consecuencia del ascenso posglacial del nivel mar a comienzos del Holoceno. La transgresión, que penetró en el continente a través del valle del río Gallegos y originó el estuario, tuvo su máximo hace unos 6.700 años A.P. (Ercolano 2010), siendo los paleocauces vías de ingreso de las aguas. Estos últimos resultaron ampliados, exhondados y parcialmente colmatados con materiales arcillosos a consecuencia de la penetración diaria de la marea. El posterior descenso relativo del nivel del mar dio como resultado su desconexión superficial con el estuario. Asociado a este descenso, se modelaron niveles de terrazas estuarinas. Se trata de planicies de marea total o parcialmente desvinculadas de la dinámica costera actual, que conectan eventualmente con el ambiente intermareal del presente. El nivel actual, está representado por planicies limo-arcillosas con baja pendiente surcadas por una

vasta red de canales y arroyos de marea, donde un ecosistema de marisma ocupa la parte más elevada. Algunas espigas gravosas que crecen en dirección a la desembocadura protegen estos ámbitos intermareales.

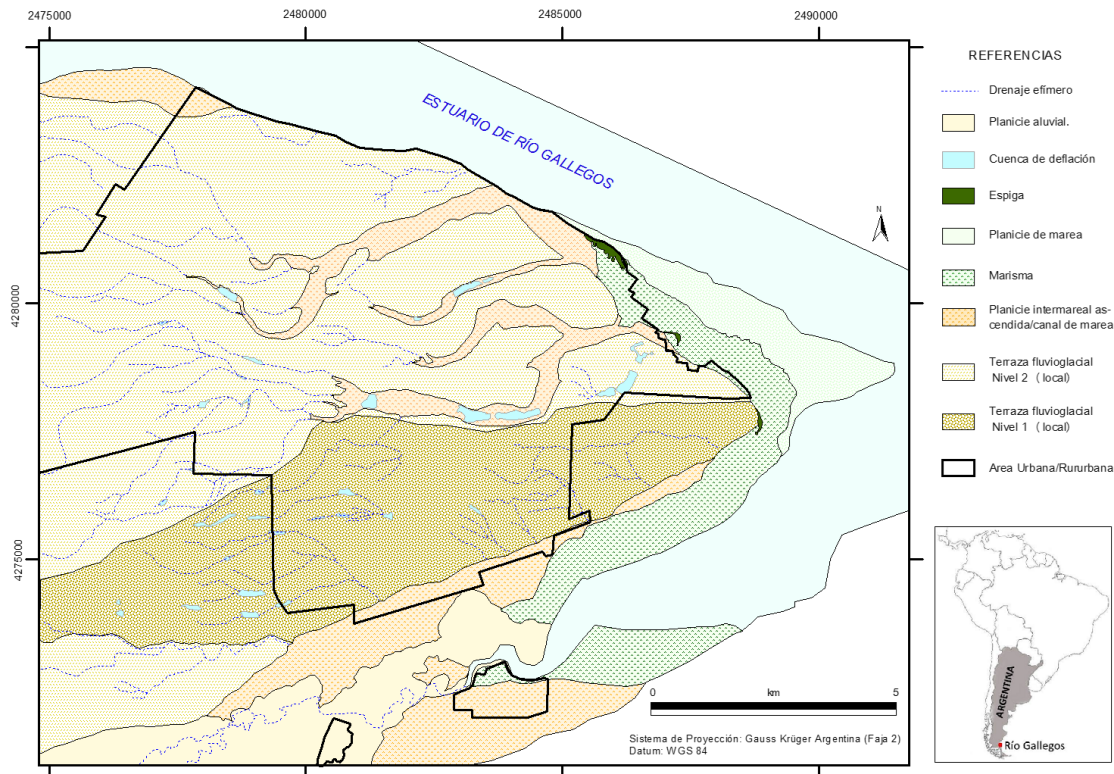


Figura 1 - Mapa geomorfológico del área de Río Gallegos. El casco urbano se asentó originalmente sobre el Nivel 2 de terraza fluvio-glacial, expandiéndose posteriormente hacia el Nivel 1 y hacia la planicie intermareal ascendida y la marisma. Fuente: Elaboración propia.

La dinámica del paisaje actual es baja. La mayor actividad, vinculada a procesos fluviales y eólicos, se da en los paleocauces de las terrazas. Los procesos fluviales son comparativamente exigüos respecto de épocas pasadas a causa de lo restringido de las precipitaciones. Sin embargo, cuando se concentran las lluvias, el flujo hídrico se canaliza a lo largo de estas depresiones drenando, tanto superficial como subsuperficialmente, en dirección al estuario. Durante el período seco y a expensas de los fuertes vientos del O, el material fino que forma parte del relleno de los paleocauces se moviliza. El proceso da lugar a una de las geoformas más activas y comunes del paisaje, las depresiones de deflación o “bajos sin salida” (Methol 1967), cuya génesis, en el área de estudio, está claramente ligada al control morfológico ejercido por las antiguas líneas de drenaje.

### 2.3. Hidrografía

Como se mencionó, la ciudad de Río Gallegos se encuentra emplazada en la margen S del estuario que forma la desembocadura de los ríos Gallegos y Chico, a unos 16,5 km de la costa atlántica. Se trata del estuario más austral de América del Sur, la puerta de acceso a la localidad, que favoreció el arribo de los barcos desde donde se inició el proceso de asentamiento poblacional en el Siglo XIX.

El río Gallegos es un curso fluvial alóctono, cuyas nacientes se localizan en el frente oriental cordillerano, alimentado principalmente por las precipitaciones pluvio-nivales que caen en la cordillera de Los Andes. Sus nacientes se encuentran desconectadas de glaciares o cuerpos lacustres que aporten aguas a su caudal, de allí que éste no supera los 15 m<sup>3</sup>/s en época de crecida (Caballero, 2000). Luego de recorrer una longitud de unos 250 km con el aporte de muy pocos afluentes permanentes, desemboca formando un amplio estuario cuyas dimensiones alcanzan los 40 km de longitud y 5 km de ancho. A este estuario confluyen las aguas del río Chico, proveniente del SO, con un caudal medio estimado de 5 m<sup>3</sup>/s. Dado el escaso aporte de agua dulce, el estuario posee aguas saladas que no pueden utilizarse como un recurso hídrico potable. Esta desembocadura tiene la clásica forma de embudo que caracteriza a los regímenes macromareales, con fuertes corrientes de flujo que penetran decenas de kilómetros dentro del continente. El reflujo es de mayor magnitud aún, pudiendo alcanzar los 3 m/s, debido a la incidencia de los vientos regionales que potencian la descarga del río Gallegos. El rango de marea medio frente a la ciudad, para condiciones de sicigia y cuadratura es de 9,6 m y 5,8 m, respectivamente, con una amplitud extraordinaria que alcanza los 14 m. Estos valores ubican al estuario del río Gallegos como el 5° a nivel mundial.

La hidrografía superficial se completa con la existencia de lagunas de régimen temporal, que ocupan paleodrenajes, y que han sido sustancialmente modificadas por la acción antrópica. Destacan las lagunas “María La Gorda” y “Ortiz”, cuyas áreas de captación y drenajes naturales han sido parcialmente modificados e interrumpidos por la edificación urbana y el trazado de vías de circulación (Fig. 2).

En cuanto a las aguas subterráneas, tanto los sedimentos fluvioglaciales como los estratos subyacentes, pertenecientes a la Formación Santa Cruz (Russo et al. 1980) contienen acuíferos, con un número variable de napas, según la disposición heterogénea de los sedimentos. El techo de la napa freática se localiza entre los dos y seis metros de profundidad. Tanto ésta, como la segunda y tercera, están alojadas, en la mayoría de los casos, en los depósitos fluvioglaciales. En proximidad de la costa, el agua posee carácter salado por la infiltración de agua de mar. Las napas más profundas, si se alojan en los depósitos terciarios, suelen poseer alta concentración de sulfatos, que limita su aptitud para consumo humano (Teruggi, 1966).



## 2.4. Vegetación

El bioma zonal es una estepa graminosa xérica (León et al 1998), compuesta por gramíneas cespitosas entre las que *Festuca gracillima* resulta dominante. Esta especie alcanza una cobertura del 40 % y, entre sus matas, se presenta un estrato de pequeñas gramíneas, graminoides y hierbas de interés forrajero. La cobertura total varía entre el 50 y 80 %. La composición botánica presenta variantes por sobrepastoreo en las que aumenta la frecuencia de arbustos o subarbustos.



Figura 2 - Mosaico aerofotográfico obtenido en el año 1968. Puede observarse el plano en damero del casco histórico, la interrupción de algunas líneas y canales de drenaje en pos del crecimiento urbano y la ausencia de construcciones en la zona de costera. Fuente: Instituto Geográfico Militar.

En las márgenes estuarinas, las marismas se caracterizan por su cobertura de especies halófitas. En este caso, están compuestas exclusivamente por *Salicornia ambigua*. Este tipo de ecosistema está catalogado por los organismos internacionales como humedales de gran riqueza biológica. El estuario del río Gallegos y, particularmente estas marismas, constituye un sitio de escala migratoria para un gran número de aves playeras, tanto Neárticas como Neotropicales, habiéndose declarado como área protegida de importancia internacional (Ferrari et al. 2002).

En las planicies de inundación de los ríos Gallegos y Chico, aguas arriba del estuario, se desarrollan pastizales húmedos, llamados localmente “mallines” (Mazzoni y Vazquez 2004), con alto grado de cobertura vegetal y riqueza florística, los cuales son aprovechados intensamente por la fauna silvestre y el ganado. En proximidad de la localidad de Río Gallegos, éstos se encuentran

degradados y salinizados, por una sinergia entre el ambiente naturalmente salino del estuario y la presión antrópica.

### 3. La ciudad de Río Gallegos

Es la ciudad de mayor jerarquía urbana de la provincia (Cáceres, 2000). El primer asentamiento se originó a fines siglo XIX vinculada, al igual que otras localidades de la costa patagónica, con la ocupación de tierras para la ganadería ovina, en el marco de la incorporación de Argentina al mercado internacional (Barbería, 1995). Su crecimiento se vio beneficiado también por la vecindad con Punta Arenas (Chile), en tanto esta ciudad era el paso obligado de los navíos que efectuaban el cruce interoceánico, situación que favoreció la vinculación directa con Europa. El posterior auge de las actividades hidrocarburíferas y la constitución del Estado Provincial a mediados del Siglo XX favorecieron un crecimiento rápido que continua hasta el presente.

A la localidad llegaron importantes flujos migratorios y la planta urbana se expandió dando como resultado diversas formas de ocupación del espacio, que se expresan en estilos arquitectónicos diferentes, variados tipos de plano y usos del suelo superpuestos (Cáceres y García, 2002) y a veces incompatibles entre sí. Asimismo, la carencia de una planificación urbana y la ocupación de los lotes regida por intereses inmobiliarios han conducido a la utilización de lugares no apropiados desde el punto de vista del medio natural, con el consiguiente surgimiento de problemáticas ambientales y deterioro de la calidad de vida de los habitantes urbanos.

Desde la primera etapa de crecimiento, Río Gallegos se encuentra espacialmente vinculada con las líneas de drenaje y cuerpos de agua mencionados en el ítem anterior. Al respecto, García (2000, p. 630) expresa *“En 1905... se inician una serie de obras tendientes a cubrir las necesidades de la población...entre ellas, la nivelación de las calles y el desagote de las lagunas existentes en el centro del poblado...”* Posteriormente, el crecimiento de la ciudad se realizó sin tener mayormente en cuenta las características geomorfológicas ni ecológicas del territorio. Asimismo, algunos barrios se instalaron espontáneamente fuera de los límites administrativos originales de la ciudad.

Las situaciones conflictivas aparecen especialmente en dos sectores: a) en la costa, donde se rellena parcialmente la marisma y se instalan barrios residenciales de alto poder adquisitivo, que miran hacia el estuario, y b) en los paleodrenajes que se prolongan hacia el O y el S de la ciudad, cuyos tramos inferiores ya habían sido afectados en las primeras etapas de crecimiento de la ciudad. En los últimos años, la instalación de dos nuevos barrios ejemplifican la ausencia de planificación territorial. Uno de ellos, se asentó dentro de un antiguo canal de marea, tal como puede observarse en la figura 3. Se trata de un asentamiento de características modestas que se inunda durante eventos de precipitación abundante. El otro, por el contrario, es un barrio

residencial de carácter privado, de alto poder adquisitivo, ubicado en el nivel inferior del valle del río Chico, en el extremo S del área de trabajo. El diseño de sus parcelas limita con un tributario activo e invade antiguos meandros y lagunas en medialuna que se activan en períodos de inundación o deshielo (Figura 4).



Figura 3. Vista parcial del paleocanal de marea donde se ubica la laguna Ortiz (figura 2) en los años 2003 (izquierda) y 2014 (derecha). Nótese la instalación de un nuevo barrio en el área inundable. Fuente: Google Earth.

#### 4. Riesgo ambiental urbano y amenazas naturales en la ciudad de Río Gallegos

Las características naturales del lugar de emplazamiento de las ciudades condicionan en cierta manera el riesgo ambiental. Sin embargo, hay que tener presente que el mismo proceso de urbanización y los cambios que éste genera en las regiones circundantes modifican y transforman los elementos físico-naturales existentes, creando nuevas amenazas o amplificando en intensidad y recurrencia las ya existentes o, por el contrario, minimizándolas, cuando las medidas de corrección o mitigación que se aplican son las adecuadas.

De esta manera, las amenazas de origen físico-natural constituyen sólo un componente de los factores de riesgo urbano. La concentración espacial de la población y de la infraestructura económica, la complejidad e interconexión de los elementos de la estructura urbana, los efectos sinérgicos que la ciudad produce y la amplia falta de controles y a veces de aplicación de la normativa existente o la ausencia de normativa, hacen aparecer nuevos factores de riesgo. El riesgo ambiental urbano es consecuencia de la relación que se establece entre el medio natural y el proceso histórico y el desastre aparece como “la expresión más evidente de una convivencia vulnerable entre diversos grupos sociales y su medio” (Herzer, 2003).

Dado el lugar de emplazamiento de Río Gallegos, difícilmente se desencadenen procesos naturales que provoquen desastres, definidos éstos como fenómenos naturales que afectan a muchas personas, ocasionando grandes y graves daños a las sociedades. La ciudad se localiza en un área de relativa estabilidad tectónica (Teruggi 1965) y por las características topográficas del terreno no existen riesgos geomorfológicos significativos vinculados con los procesos de remoción en masa. No obstante, su posición geográfica la hace factible de sufrir amenazas

naturales de índole meteorológico e hidrológico, como asimismo aquellas que afectan al sistema global, como las variaciones en la concentración atmosférica de ozono y efectos derivados del cambio climático. En este sentido, una elevación del nivel del mar podría provocar inundaciones costeras, ascensos del nivel freático y/o erosión litoral. En cuanto a riesgo de tsunamis, si bien la costa atlántica posee baja peligrosidad, la interacción entre las placas Sudamericana, Scotia y Antártica podría ocasionar este tipo de fenómenos.



Figura 4 - Loteo ubicado en el valle del río Chico. Las parcelas y calles son anegadas cuando se combinan precipitaciones intensas con deshielo, como se observa en estas fotografías obtenidas en 2011. La inferior izquierda muestra un transformador de corriente eléctrica parcialmente cubierto por el agua.

Fuente: imagen satelital: Google Earth; foto izquierda: P. Tiberi; foto derecha: E. Mazzoni

En cuanto a las amenazas de tipo meteorológico, asociado a la alta latitud existe riesgo de tormentas de viento, frío y/o nieve. Los vientos intensos y huracanados de primavera y verano, con ráfagas que pueden superar los 100 km/h, suelen provocar rotura de ramas y voladura de techos y carteles, con el consiguiente riesgo a la propiedad y las personas. En este sentido, el diseño del plano y la orientación de las calles de la ciudad como así también la ausencia de cortinas forestales “rompevientos” son aspectos que no contribuyen a mitigar la acción eólica.

Las tormentas intensas de nieve poseen baja recurrencia. No obstante, en ocasiones, la acumulación nival fue de varias decenas de centímetros y cubrió la ciudad dificultando el

desarrollo normal de las actividades. En el año 1995, último evento de importancia, se registró una acumulación de 75 cm (Endlicher y Santana Águila 1997) que restringió la circulación y provocó algunas caídas de techos, sin mayores consecuencias para la población.

En cuanto a este tipo de peligros (vientos, frío intenso y tormentas de nieve), es importante señalar que durante las primeras etapas de crecimiento de la ciudad, la construcción, en líneas generales, seguía normas adecuadas para resistir estas inclemencias. Sin embargo, en el último cuarto de siglo, el crecimiento explosivo llevó a la instalación de viviendas precarias y “villas miseria”, que no permiten amortiguar dichos fenómenos. De producirse, estos barrios se vislumbran como los más vulnerables.

La lluvia es el evento meteorológico que produce mayores inconvenientes en la vida urbana. Ante cada evento de precipitación intensa, amplias zonas de la ciudad se ven rápidamente anegadas. Esto se asocia con dos hechos: a) la interrupción de las líneas de drenaje naturales pre-existentes a la edificación urbana, y 2) la existencia de importantes desniveles en el trazado de las calles, que no siguen la pendiente regional sino que poseen depresiones locales que favorecen la concentración del agua pluvial, con deficiente infraestructura para el drenaje pluvial. En líneas generales, estos desniveles responden a la localización de los paleodrenajes. Ambas situaciones son comunes tanto en el área céntrica como en diversos barrios de la ciudad.

En el año 2002, las lluvias alcanzaron los 426 mm, un 80 % más que la media anual. Ante este fenómeno, todas las áreas bajas de la ciudad sufrieron anegamiento, tanto por acumulación directa del agua, que veía impedido su drenaje natural, como por el ascenso del nivel freático y del de las lagunas urbanas, cuyas riberas fueron paulatinamente ocupadas en el proceso de urbanización. Lamentablemente, la tendencia no sólo no se ha revertido, sino que el avance de la edificación aún se realiza sobre material que rellena los drenajes actuales y paleocanales de marea.

Además de los problemas señalados, que implican una disminución en la calidad de vida de la población en los momentos de concentración de las precipitaciones y que plantean dificultades en la circulación y el deterioro de infraestructura y bienes personales en el caso que el nivel del agua inunde las viviendas (como ha sucedido en períodos de concentración de precipitaciones), el crecimiento urbano sobre el borde costero plantea, además, otra serie de amenazas, resultado de tres situaciones convergentes: 1) las construcciones se realizan en detrimento de uno de los ecosistemas más productivo, tal como es la marisma, ocasionando la pérdida de hábitat para diversas especies vegetales y animales (Ferrari et al. 2007) como así también el deterioro de recursos escénicos y recreacionales, escasos ambos en el ambiente de la meseta patagónica (Mazzoni 2015, 2016); 2) las edificaciones se implantan en material de relleno, el que no reúne la adecuada capacidad portante; y 3) la zona se ve afectada por las fluctuaciones del nivel freático que acompañan los flujos de marea. Este último aspecto provoca removilización de las partículas



finas del sustrato y contribuye a generar condiciones de inestabilidad, promoviendo hundimientos. Asimismo, ocasiona problemas (retornos) en los drenajes pluviales y cloacales, que son drenados al estuario sin tratamiento previo.

En la Figura 5, se presentan las unidades de sensibilidad ambiental, cuya tonalidad advierte sobre la susceptibilidad de la ciudad de Río Gallegos a los problemas de anegamiento e inundación, en cuánto los otros peligros arriba señalados afectan de manera homogénea a toda la localidad (episodios de frío o viento extremo, por ejemplo). Esta zonificación puede constituir una herramienta para la gestión del territorio.

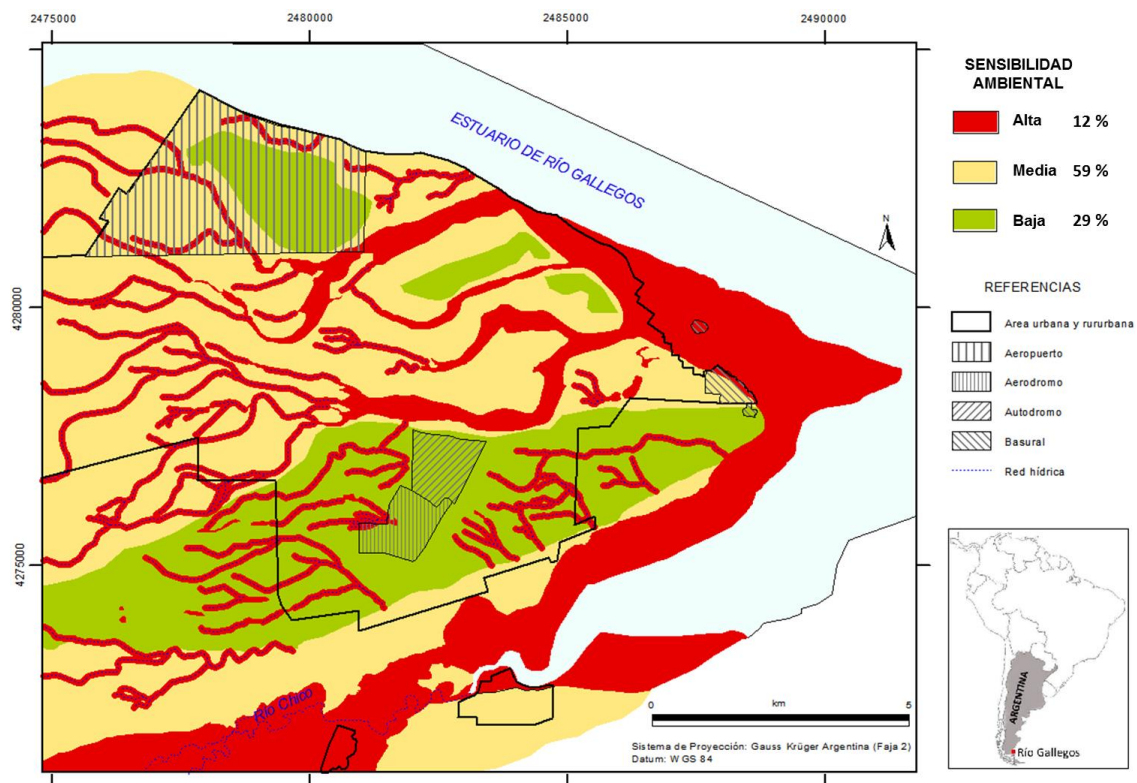


Figura 5 - Unidades de sensibilidad ambiental de Río Gallegos. Parte de la ciudad ha ocupado zonas fácilmente anegables e inundables, las que están identificadas con color rojo. Fuente: elaboración propia.

## 5. Bibliografía

- Barbería, E. 1995. Los dueños de la tierra. Río Gallegos. Universidad Federal de la Patagonia Austral.
- Caballero, J.O. (2000). Hidrografía y Recursos Hídricos. In García, A. y Mazzoni E. (Comp.). *El Gran Libro de la Provincia de Santa Cruz* (Pp. 116 -139). Madrid: Alfa Centro Literario y Milenio.
- Cáceres, A. (2000) Geografía urbana: estructura y paisajes urbanos de Santa Cruz. In García, A. y Mazzoni E. (Comp.). *El Gran Libro de la Provincia de Santa Cruz* (Pp. 868- 903). Madrid: Alfa Centro Literario y Milenio.
- Cáceres, A.; García, A. (2002). "Transformaciones en la morfología urbana de Río Gallegos, Patagonia Argentina", *Contribuciones Científicas GAEEA*, 14, 57-69.

- Coronato, A., Coronato, F., Mazzoni, E., & Vazquez M. (2008). The physical geography of Patagonia and Tierra del Fuego. In: Rabassa, J. (Ed.). *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. (Pp 13-56) Amsterdam: Elsevier, Developments on Quaternary Sciences.
- Endlicher, W. & Santana Águila, A. (1997). El invierno de 1995: un fenómeno climático muy severo en la Patagonia austral. *Anales del Instituto de la Patagonia* (serie Ciencias Naturales) 25: 77-88.
- Ercolano, B., (2010). *Evolución de la costa comprendida entre el río Gallegos y Chorrillo de los Frailes*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UBA. 244 pp. Buenos Aires.
- Ferrari, S., Albrieu, C. & Ganini, P. (2002). Important of the Rio Gallegos estuary, Santa Cruz, Argentina, for migratory shorebirds. *Wader Study Group Bull.* 99: 35-40.
- Ferrari, S., Ercolano, B. & Albrieu, C. (2007). Pérdida de hábitat por actividad antrópica en las marismas y planicies de marea del estuario del Río Gallegos, Patagonia austral argentina. In: Castro Lucic, M y Fernández Reyes, L. (eds.). *Gestión sostenible de humedales*. Santiago de Chile: CYTED.
- García, A. (2000). El origen de las localidades de Santa Cruz y algunos aspectos de su desarrollo. In García, A. y Mazzoni E. (Comp.). *El Gran Libro de la Provincia de Santa Cruz* (Pp. 575 – 677). Madrid: Alfa Centro Literario y Milenio.
- Gómez Orea, D. (2001). *Ordenación Territorial*. Mundi-Prensa.
- Herzer, H. 2003. Construcción del riesgo, desastre y gestión ambiental urbana. Perspectivas en debate. [www.gruppo-cerfe.org/pdf/herzer.pdf](http://www.gruppo-cerfe.org/pdf/herzer.pdf). Acceso: 22 de abril de 2014.
- INDEC (2013). Estimaciones y proyecciones de población 2010-2040 Instituto Nacional de Estadística y Censos. Buenos Aires. 36 p.
- Laboratorio de Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Granada, 2016. <http://www.urbanismogranada.com/>. Acceso: 10 de mayo de 2016.
- León, R., D. Brand, M. Collantes, J. Paruelo y A. Soriano. 1998. Grandes Unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral* 8:125-144. Buenos Aires.
- Mazzoni, E. y Vazquez, M. (2004). *Ecosistemas de mallines y paisajes de la Patagonia Austral (Provincia de Santa Cruz)*. Buenos Aires: INTA – GTZ. 63 pp.
- Mazzoni, E. (2015). Cartografía de paisajes: una herramienta para el inventario y la jerarquización de los recursos turísticos en el extremo austral de la Patagonia. *Revista Boletín Geográfico*, 37:95–113. <http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/geografia/article/view/1081>
- Mazzoni, E. (2016). Landscapes of southern Patagonia, Argentina: their scenic characteristic and their importance for geotourism. In: Rabassa, J. (ed.). *Selected papers from the 6th. Argentine Congress in Geomorphology and Quaternary Studies*. Springer Series on Earth System Sciences, Springer. In press.
- Methol, E. (1967). Consideraciones acerca de los “pequeños bajos sin salida”. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 22, 295-311.
- Pastor, J. y J. Bonilla. (1966). Plan regulador de la ciudad de Río Gallegos. Municipalidad de Río Gallegos.
- Rabassa, J. (2008). Late Cenozoic Glaciations in Patagonia and Tierra del Fuego. En: Rabassa, J. (ed.) *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*: 151-204. Developments in Quaternary Sciences. Elsevier.
- Russo, A., Flores, M.A. & Di Benedetto, H. (1980). Patagonia Austral Extrandina. En: Haller, M. (Ed.). *Geología Regional Argentina II*:1431-1462. Córdoba: Academia Nacional de Ciencias.
- Teruggi, M. (1966). Análisis del medio natural. In Pastor, J. y Bonilla, J. *Plan regulador de la ciudad de Río Gallegos*. Municipalidad de Río Gallegos.
- Zárate Martín, A. (1992). El espacio interior de las ciudades. Ed. Síntesis. Madrid.

## **CÁLCULO DO DESMATAMENTO NA RESERVA DA BIOSFERA DA AMAZÔNIA CENTRAL POR MEIO DA SÉRIE HISTÓRICA DMSP-OLS DE DADOS DE LUZ NOTURNA**

G. A. C. Gomes Sá <sup>(a)</sup>, W. F. Lago <sup>(b)</sup>, M. O. Terra <sup>(c)</sup>, G. M. de M. Baptista <sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Geociências/UnB  
paredesb@gmail.com

<sup>(b)</sup> Instituto de Biologia/UnB  
weskly20@hotmail.com

<sup>(c)</sup> Instituto de Geociências da UNB  
marcelittera@gmail.com

<sup>(d)</sup> Instituto de Geociências da UnB  
gmbaptista@unb.br

### **Resumo**

A Reserva da Biosfera da Amazônia Central (REBAC) constitui uma importante área de preservação ambiental do bioma florestal Amazônico e compreender como sua área vem sendo afetada se mostra importante para sua conservação. Visando quantificar a evolução deste desmatamento o estudo se utilizou dos dados DMSP-OLS de luz noturna (NTL) juntamente com as cenas do Sensor MODIS em sua Banda NDVI. Porém, esses dados tendem a superestimar o cálculo de mancha urbana, devido à sua saturação tendo sido utilizado o índice espectral VANUI como uma solução para reduzir essa saturação. Utilizou-se os dados VANUI da REBAC para o período de 2000 a 2013 e verificou-se um crescimento da ordem de 119,52% da mancha urbana representada pela presença da luz noturna dentro da região. Novos estudos devem ser incentivados para melhor compreender a potencialidade da utilização dos dados NTL para o cálculo de áreas de ocupação humana na Amazônia.

**Palavras chave:** RBAC, NTL, NDVI, VANUI

### **1. Introdução**

A Amazônia é o maior bioma de floresta úmida do mundo, contém quase 50% da biodiversidade conhecida do planeta e o maior manancial de água doce, que corresponde aproximadamente a um quinto das reservas mundiais. A Amazônia legal passa pelos territórios do Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e parte do território do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins. (VASCONCELOS, 2015). Apesar da grande importância desse bioma, ele vem enfrentando grandes problemas causados pela ação antrópica.

Segundo Ferreira e colaboradores (2005), o modelo da ocupação demográfica da Amazônia legal nos últimos cinquenta anos tem levado a níveis significativos de desmatamento, resultante de múltiplos fatores, tais como a abertura de estradas pioneiras, o crescimento das cidades, a ampliação de pecuária extensiva, a acelerada exploração madeireira e a crescente agricultura intensiva de monoculturas. O Instituto Brasileiro de Florestas (IBF) acrescenta ainda as queimadas, a garimpagem e a biopirataria como sendo graves problemas enfrentados pelo bioma



amazônico. O conjunto formado por essas ações devastadoras é responsável por graves mudanças climáticas em todo o planeta, como o aquecimento global.

A área cumulativa desmatada na Amazônia legal brasileira chegou a cerca de 653.000 km<sup>2</sup> em 2003, correspondendo a 16,3% da região. De 2005 a 2012, houve uma forte retração, chegando a 4.571 km<sup>2</sup> no ano de 2012. Apesar da redução das áreas desmatadas nos últimos anos, o desmatamento continua expressivo e pode voltar a crescer (FERREIRA, VENTICINQUE e ALMEIDA, 2005; VASCONCELOS, 2015).

O Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia (PRODES) do INPE, entende que o desmatamento é um processo que se inicia com a floresta amazônica intacta e termina com a conversão completa da floresta original em outras coberturas, o que se torna bastante preocupante, uma vez que a originalidade da floresta é perdida e consequentemente a biodiversidade (INPE, 2014).

A criação de Unidades de Proteção Integral visa conservar a biodiversidade local e inclui as categorias de Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. Outras categorias de áreas institucionais na Amazônia legal são as Terras Indígenas, sob jurisdição do governo federal, por meio da Fundação Nacional do Índio (Funai) (FERREIRA, VENTICINQUE e ALMEIDA, 2005).

A Reserva da Biosfera da Amazônia Central (REBAC) está localizada na área do Projeto Corredor Ecológico Central da Amazônia, no interior do Estado do Amazonas. A Reserva tem por elemento estrutural de seus territórios o conjunto de Áreas Protegidas contínuas, formado pelo Parque Nacional do Jaú, pela Estação Ecológica de Anavilhanas, pelas Reservas Ecológicas do Rio Negro, Javari-Solimões e de Juami-Japurá, pela Reserva Biológica de Uatumã, pela Floresta Nacional de Tefé e pelas Reservas de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá e Amanã, entre outras de menor extensão territorial. Ela foi aprovada em setembro de 2001. Seu principal objetivo é o da conservação dessas porções estratégicas de cobertura florestal de imensa biodiversidade (MaB/UNESCO, 2001).

Apesar da criação de unidades de preservação, fiscalização por órgãos especializados, como o IBAMA, e de monitoramento via satélite, o intenso desmatamento vem ocorrendo aceleradamente e muitas vezes de forma imperceptível para os sistemas de monitoramento via satélite. Há a necessidade, portanto, de sensores de resolução mais detalhadas para capturar pequenas áreas devastadas.

Com o lançamento dos satélites Terra (Dezembro/1999) e Aqua (maio/2002), ambos portando o sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), passa a ser disponibilizada uma nova perspectiva, com resoluções espaciais de 25m / 50m / 100m e repetitividade temporal quase diária para praticamente toda a superfície terrestre (CORREIA, *et. al*, 2006).

Outra ferramenta que fornece imagens importantes para análises é o sistema sensor DMSP/OLS (Defense Meteorological Satellite Program's Operational Linescan System) que foi originalmente planejado pela Força Aérea Americana para observação noturna da cobertura de nuvens e previsão meteorológica. Porém, imagens noturnas do sistema DMSP/OLS possibilitam uma visão interessante da configuração de ocupação humana no espaço, através da associação com luzes (Kampel, 2003).

Para o estudo em vista, foi utilizado os dados NDVI do sensor MODIS e os dados do Defense Meteorological Satellite Programa/Operacional Linescan System (DMSP/OLS) de luz noturna (NTL). Segundo Baptista (2015), os dados NTL se caracterizam por saturação dos focos de luz, principalmente na banda termal, ampliando a área realmente ocupada pela mancha urbana. Para reduzir a saturação dos focos de luz foi utilizado o índice VANUI (*Vegetation Adjusted NTL Urban Index*), que se utiliza de uma composição dos dados NDVI com o NTL para a redução dessa saturação.

O presente estudo objetivou avaliar a evolução das manchas urbanas na Reserva da Biosfera da Amazônia Central, Brasil, utilizando-se de dados dos sensores acima citados, para calcular a variação da quantidade de luz noturna (mancha urbana) na Reserva, no período de 2000 a 2013.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1. Dados de Sensoriamento Remoto**

A obtenção dos dados NTL foi realizada no website do National Geophysical Data Center do NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration). Os dados NTL são distribuídos de forma gratuita e representam uma composição de imagens anual, livres de nuvens, compreendendo uma variação longitudinal de  $-180^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  e latitudinal de  $-65^{\circ}$  a  $75^{\circ}$ . A série temporal disponível é de 1992 a 2013. São disponibilizados em projeção geográfica, com elevações referenciadas para o geóide WGS84 EGM96 e datum horizontal WGS84. Sua resolução espacial é de 30 arcos segundo, que corresponde a aproximadamente 1 km.

Para a utilização do índice VANUI adotou-se também o produto pré-processado TERRA/MODIS MOD13A3, índice de vegetação mensal com 1 km de resolução espacial. Esses dados são disponibilizados em projeção sinusoidal, já corrigidos para os efeitos atmosféricos, com os índices NDVI e EVI (Enhanced Vegetation Index – HUETE et al., 1997) previamente calculados.

Foram utilizadas no total 334 cenas mensais dos dados MOD13A3, referentes as bandas H11V09 e H12V09, as quais foram obtidas por meio do website GLOVIS do USGS gratuitamente. O sensor MODIS foi colocado em órbita em 18 de dezembro de 1999 e os dados MOD13A3 mais

antigos datam de fevereiro de 2000. Isso limitou a série histórica utilizada para o período de fevereiro de 2000 a 2013.

## 2.2. Pré e Processamento dos Dados de Sensoriamento Remoto

Os dados NTL necessitam de registro imagem a imagem e, para tal, utilizou-se como referência o shapefile do contorno da Reserva da Biosfera da Amazônia Central. Todo o pré e processamento dos dados foram realizados no ENVI 5.3.

Os dados NTL são anuais e os de NDVI são mensais. Para os colocar numa mesma dimensão temporal, foi calculada a média aritmética anual dos dados MOD13A3 por meio do módulo Bandmath do ENVI, utilizando o mesmo procedimento adotado por Baptista (2015) e por Zhang e colaboradores (2013).

Outra necessidade de pré-processamento foi a mudança de sistema de projeção sinusoidal dos dados de NDVI do MOD13A3 para projeção geográfica e para isso foi utilizado a ferramenta Georeferenced no Mosaicking do ENVI. Tanto os dados NTL como os NDVI foram recortados para uma janela de 1130x582, compreendendo a REBAC.

Após o recorte das cenas, o NTL teve que ser dividido por 63 para que sua escala de valores fosse compatível com a do NDVI. Com isso, os dados NTL passaram a variar de 0 a 1, enquanto que os dados NDVI, de -1 a 1, onde os dados NDVI acima de 0 representam a atividade fotossintética.

O passo seguinte foi aplicar o índice VANUI, apresentado na equação 1, por meio do módulo Bandmath do ENVI:

$$\text{VANUI} = (1 - \text{NDVI}) * \text{NTL} \text{ (Eq.1)}$$

A aplicação do índice VANUI tem como objetivo a redução dos efeitos de saturação que apresentam os dados NTL.

Após a determinação do VANUI, aplicou-se uma máscara para eliminar os valores dos pixels externos à REBAC e aplicou-se a ferramenta Density Slice para ressaltar as áreas de maior incidência de luz (mancha urbana) utilizando os parâmetros descritos na figura 1.

Como resultado chegou-se a uma imagem, como a mostrada na figura 2, a qual será utilizada para o cálculo ano a ano (2000-2013) da área de macha urbana em km<sup>2</sup> dentro da REBAC. As machas coloridas representam os pontos de maior concentração de luz e será a área a ser calculada para se estimar o tamanho das manchas urbanas.

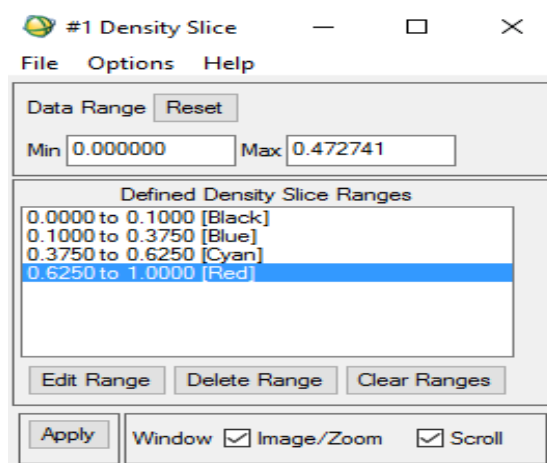


Figura 1 - Parâmetros Density Slice

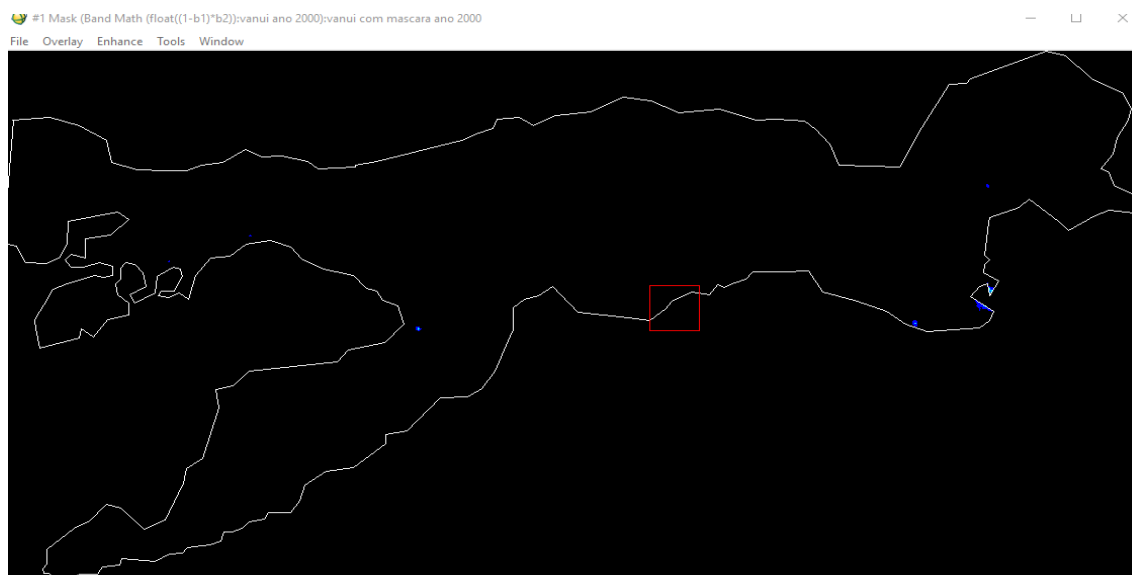


Figura 2 – Imagem VANUI com a máscara para a REBAC para o ano 2000.

O método acima explicado pode ser resumido no fluxograma abaixo (figura 3).

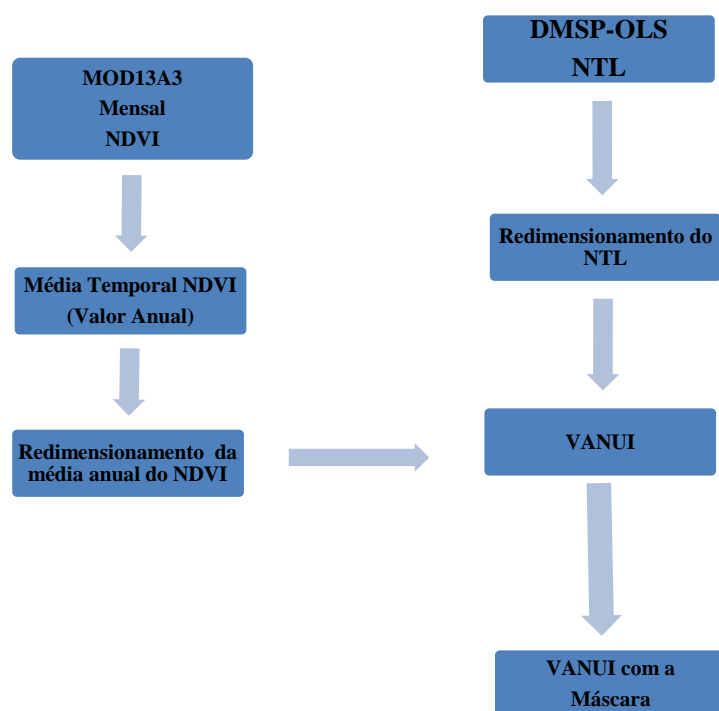


Figura 3 – Fluxograma do método de Processamento das imagens VANUI

### 3. Cálculo da Área Desmatada Dentro da Reserva da Biosfera da Amazônia Central

Após a determinação das áreas de incidência luminosa (mancha urbana) dentro da Reserva da Biosfera da Amazônia Central, os dados anuais obtidos foram utilizados para o cálculo de sua de mancha urbana que pode ser considerada como área de floresta desmatada. Para o cálculo, foi utilizada a ferramenta *Band Threshold to ROI* em *Region of Interest* no ENVI, na qual se definiu os valores de mínimo (0.1) e máximo (0.5) para a criação do ROI, sendo este utilizado no *Report Area of ROIs*, o qual possibilita o cálculo da área em diversas unidades de medida, e utilizado no estudo Quilômetro quadrado (km<sup>2</sup>).

Por fim, foi calculada a variação da área de luz noturna de um ano para o outro, seguindo a sequência de 2000 a 2013.

### 4. Resultados e Discussão

Os dados obtidos a partir do processamento pelo índice VANUI estão representados na figura 4 com os dados relativos ao tamanho das áreas com presença de luz noturna (mancha urbana) dentro da REBAC. A análise estatística, descritiva e inferencial da figura 4, foi realizada com suporte do Software Microsoft Excel 2003. Ajustando-se os dados a uma regressão, observou-se que a regressão polinomial de ordem dois, ou quadrática, apresentou melhor coeficiente de determinação,  $R^2 = 0,93$ .

A partir dessa inferência, pode-se crer que a área de mancha urbana continuará crescendo, visto que a função quadrática é uma função crescente a partir do lado direito da curva. Pode-se perceber que o ponto de mínimo da curva foi o ano de 2003.

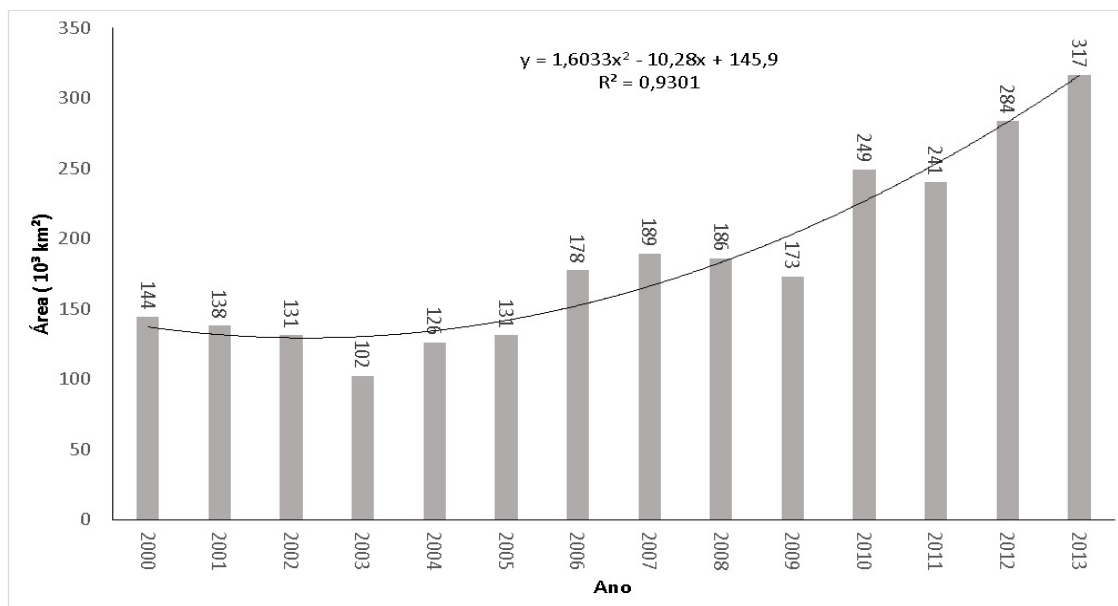


Figura 4 – Gráfico com cálculo do tamanho da mancha urbana ano a ano obtidos pelo índice VANUI

Observou-se que no período de 2000 a 2013 houve oscilações quanto com luz noturna dentro da REBAC, calculando-se uma média de 185.043km². Nota-se, portanto, que a área de macha urbana máxima ocorreu no ano de 2013 com 316.618 km², o que representa mais do dobro ocorrido no ano 2000. Comparando a figura 5 a e b, que representa as imagens VANUI de 2000 e 2013 após a aplicação da máscara, já são visíveis as diferenças quanto a quantidade e intensidade de luz noturna (mancha urbanas), bem como é notável o aparecimento de pontos, antes não existentes, o que gerou uma grande diferença de 172.390 km² a mais no ano de 2013 com relação ao ano 2000. A maior concentração de luz noturna dentro da reserva se encontra nos arredores da cidade de Manaus-AM.

O aumento da área de luz noturna (mancha urbana) principalmente em torno da cidade de Manaus-AM se deve principalmente pelo grande aumento populacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano 2000 o número de habitantes era de 1.405.835, em 2010 passou para 1.802.014 habitantes e em 2013 teve uma estimativa de 1.982.179 habitantes e esse aumento populacional pode ser uma das justificavas para o aumento da mancha urbana nos arredores da cidade – dentro da reserva. Além da cidade de Manaus, outros lugares também apresentaram aumentos populacionais, pois de acordo com o IBGE a Região Norte foi a que apresentou o maior crescimento populacional entre o ano 2000 e 2010.

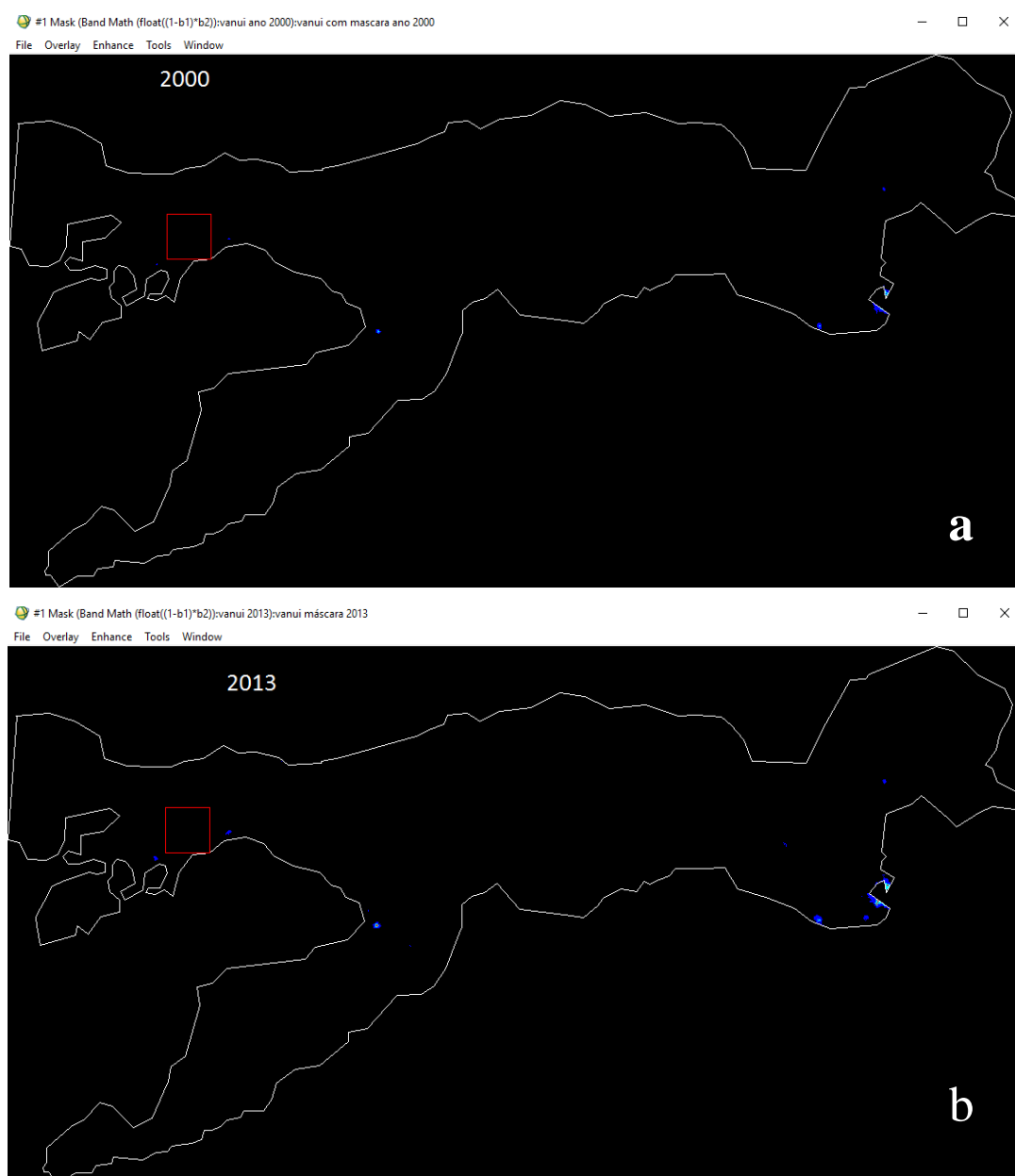


Figura 5 – Imagens VANUI referentes aos anos 2000 (a) e 2013 (b).

Apesar do aumento na área total da mancha urbana ao final do período analisado, percebe-se que entre os anos de 2000 a 2003 houve uma redução gradativamente nestas áreas, chegando a 102.410 km<sup>2</sup> no ano de 2003. Isso representa uma redução de 41.818 km<sup>2</sup> o que corresponde 31,07% a menos da área com luz noturna que havia em 2000. Além deste ano, outra redução significativa também foi percebida no ano de 2009, no qual a redução foi de aproximadamente 12.953km<sup>2</sup> (Analisar figura 4).

Segundo Veríssimo (2011), entre os anos de 2000 e 2006 houve um grande aumento de Unidades de Conservação na Amazônia e que este fato pode ter contribuído para a diminuição da área

desmatada. Ainda segundo o mesmo autor, houve três principais razões para isso: Primeiro, a necessidade de ordenar o território e combater o desmatamento ilegal associado à grilagem de terras; segundo, a urgência em proteger regiões com alto valor biológico, e terceiro, a necessidade de atender às demandas das populações tradicionais (especialmente Resex e RDS) e de produção florestal sustentável (Flonas e Flotas). Com a criação das Unidades de Conservação, áreas de proteção ambiental passaram a ser mais fiscalizadas pelo Poder Público, que pode ter agido retirando áreas de garimpo e de retirada de madeira ilegal, pois segundo Amaral (2005) os dados NTL estão relacionados com atividades humanas mesmo em lugares sem população residente indicando as luzes a presença humana que requer algum tipo de infraestrutura, tais como a produção de mineração ou gás. Logo outros tipos de atividades humanas como madeiras, barcos e outros tipos de construções humanas, que emitam uma certa quantidade de luz também podem ser captados e conseqüentemente podem ter sido registrados ou não durante os cálculos ao longo do período estudado e ter contribuído para o aumento ou diminuição da área de luz noturna.

Outro possível argumento que pode explicar a variação de tamanho das manchas urbanas principalmente no ano de 2003 foi a possível presença de nuvens o que na Região Amazônica é bastante comum e intenso o que pode resultar numa alteração do tamanho da área de mancha urbana detectada tendo sido isto também relatado por Baptista (2015) em seu trabalho de aumento da área de mancha urbana na Área Metropolitana de Brasília (AMB).

## 5. Conclusão

O presente artigo, mostrou que é possível a utilização da luz noturna de dados DMSP-OLS juntamente com o índice VANUI, para se caracterizar as áreas de ocupações humanas na Reserva da Biosfera da Amazônia Central, possibilitando ainda o cálculo de sua área e sua evolução ao longo do tempo.

Durante o período analisado o crescimento da área de luz noturna na REBAC apresentou um aumento de 119,52%, o que significou o aumento nesta proporção de manchas urbanas e a conseqüente redução da área florestal naquela região.

É interessante o incentivo de novos estudos na área explorando-se as potencialidades dos dados de luz noturna com aplicação do índice VANUI para cada vez mais aprimorar a avaliação da ocupação e seu relacionamento com o desmatamento na REBAC.

## 6. Referências Bibliográficas

Amaral, S., Câmara, G., Monteiro, A. M. V., Quintanilha, J. A., & Elvidge, C. D. (2005). *Estimating population and energy consumption in Brazilian Amazonia using DMSP night-time satellite data. Computers, Environment and Urban Systems*, 29(2), 179-195.



- Baptista, G. M. M (2015). *Geração de cenários de crescimento da mancha urbana da área metropolitana de Brasília por meio da série histórica dmsp-ols de dados de luz noturna*. Monografia (Especialização em Inteligência do Futuro) – Núcleo Futuro, Universidade de Brasília – UNB, Brasília-DF.
- Correia, A. H., Formaggio, A. R., Shimabukuro, Y. E., & Duarte, V. (2006). Avaliação de índices de vegetação MODIS para detecção de desmatamentos na Amazônia. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 1(2), 52-64.
- Ferreira, L. V., Venticinque, E., & Almeida, S. (2005). O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos avançados*, 19(53), 157-166. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142005000100010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142005000100010&script=sci_arttext&tlng=pt) [Acedido em: 13 de maio de 2016]
- Huete, A. R., Liu, H. Q., Batchily, K. V., & Van Leeuwen, W. J. D. A. (1997). A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. *Remote sensing of environment*, 59(3), 440-451.
- IBGE. *Amazonas, Manaus, infográficos: dados gerais do município*. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=130260&search=amazonas|manaus|infograficos:-dados-gerais-do-municipio> [Acedido em: 25 de maio de 2016]
- INPE. *Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites*. Coordenação geral de observação da terra. São José dos Campos, 20 de junho de 2014
- Instituto Brasileiro de Florestas. *Bioma Amazônico*. Disponível em: <http://www.ibflorestas.org.br/bioma-amazonico.html?gclid=CP-x4-up18wCFUsFkQodWsQM0A> [Acedido em: 13 de maio de 2016]
- Kampel, S. A. (2003). *Geoinformação para estudos demográficos: Representação Espacial de Dados de População na Amazônia Brasileira* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- MaB/UNESCO. *Reserva da Biosfera da Amazônia Central*. 2001. Disponível e: [http://www.rbma.org.br/mab/unesco\\_03\\_rb\\_amazonia.asp](http://www.rbma.org.br/mab/unesco_03_rb_amazonia.asp) [Acedido em: 13 de maio de 2016]
- Vasconcelos, P. G. D. A. (2015). *Determinantes do desmatamento na Amazônia brasileira*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília – UnB.
- Veríssimo, A. (2011). *Áreas protegidas na Amazônia Brasileira-avanços e desafios*.
- Zhang, Q., Schaaf, C., & Seto, K. C. (2013). The vegetation adjusted NTL urban index: A new approach to reduce saturation and increase variation in nighttime luminosity. *Remote Sensing of Environment*, 129, 32-41.

## SOCIOCLIMAS Y GLOCALIZACIÓN EN EL DESIERTO DE ATACAMA

H. Romero<sup>(a)</sup>, M. Mendonça<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografía/Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile  
hromero@uchilefau.cl

<sup>(b)</sup> Departamento de Geociencias/Centro de Filosofía y Humanidades, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
magaly@cfh.ufsc.br

### Resumen:

Las comunidades indígenas que han habitado por un largo plazo la Cordillera de los Andes que bordea por el oriente al Desierto de Atacama están enfrentando grandes perturbaciones socio-ecológicas causadas por la globalización económica y los cambios y variabilidades climáticas que amenazan su extinción. La cultura andina no separa la naturaleza de la sociedad y los climas, el agua y los hombres son componentes de un sistema holístico controlado por flujos y acciones de intercambio recíproco y complementario, conformando híbridos como los ciclos hidrosociales y los socioclimas, que representan simultáneamente elementos biogeofísicos, valores culturales y símbolos metafísicos, a partir de los cuáles se organizan los modos de vida comunitarios, que deben ser comprendidos y respetados por los geógrafos físicos, los tomadores de decisiones y el resto de la sociedad.

**Palabras claves:** cambios ambientales, variabilidades climáticas, socioclimas, comunidades andinas

### 1. Introducción

*“Se ha dicho a menudo que no está solamente el hombre (sic) condicionado por el clima, sino que él, a su vez, trabaja sobre y transforma el clima. Pero esto es ignorar que la verdadera naturaleza del clima....está en el clima que el hombre aprehende por sí mismo....El clima no existe aparte de la historia, ni la historia aparte del clima. Esto solo puede ser entendido desde la estructura fundamental de la existencia humana” Watsuji, T., 1961 (1943) *Climate and Culture: a philosophical study*. Hokuseido Press, Ministry of Education, Japan, cit. Tadaki et al.(2012:559*

*“Si nuestro objetivo es ser crítica y conciencia de la sociedad, necesitamos cuestionar la relevancia de os esfuerzos existentes y las estructuras de producción de conocimientos. Como geógrafos, nosotros actuamos a menudo a través de una historia narrada por nosotros mismos acerca de nuestra relevancia- ya sea que se trate de una descripción, explicación o cuantificación- por medio de llamados a la autoridad, a las fuerzas exteriores, para que nos requieran a actuar en formas particulares y producir tipos también particulares de*

*conocimientos....Tales argumentos poseen mucho menos influencia que un mandato crítico para conocer y hacer un mundo diferente”(Tadaki et al., 2012: 559)*

*“El “trabajo” de la geografía física y de los geógrafos no termina con la publicación en una revista o una presentación en un congreso, sino que se extiende para considerar como las prácticas y resultados de la geografía física están imbuidos dentro de sistemas más amplios de significación...Abrazando un enfoque crítico de la cultura, nuevas preguntas de investigación pueden ser formuladas, considerando enfoques alternativos y un trabajo cultural “aguas abajo” reorganizado para facilitar cambios positivos. La geografía está histórica, conceptual e institucionalmente equipada para comprometerse en tal proyecto proactivo y emancipatorio. Esto no es hacer una geografía más relevante para la sociedad, como muchos comentaristas han señalado, sino que darse cuenta que la geografía física es aplicada y que toda la geografía es relevante. Las preguntas ¿aplicación de qué? Y ¿relevante para quién? necesitan ser consideradas cuidadosamente” (Tadaki et al.,2012: 560)*

## **2. El Desierto de Atacama**

El Desierto de Atacama es probablemente el más árido del mundo. Los promedios anuales de sus lluvias solo alcanzan unas décimas de milímetros de agua caída en las estaciones litorales y están totalmente ausentes en las localidades del interior del país. Bajo tales circunstancias debería corresponder a un territorio totalmente deshabitado pero la Cordillera de los Andes, que lo limita por el oriente, localiza “torres de agua” (fig. 1) que al concentrar las precipitaciones permiten que los flujos superficiales y subterráneos provean de los recursos necesarios para el desarrollo de comunidades ecológicas, ciudades, minas, cultivos y ganados, que se han constituido en la actualidad y a lo largo de la historia de Chile, en una de las principales fuentes de riqueza y bienestar de un país que exhibe los mayores niveles de ingresos económicos e indicadores de desarrollo humano y las menores tasas de pobreza de la región latinoamericana. La comprensión, control y gestión de las condiciones geográficas de las cuencas andinas del Desierto de Atacama (fig. 2) se constituye en el principal objetivo ambiental, político, cultural, social y económico de las comunidades que allí habitan desde los tiempos del imperio incásico. La escasez, irregularidad e incertidumbre de las lluvias que se registran en la cordillera andina dependen grandemente del comportamiento del Monzón Amazónico, que a su vez se relaciona especialmente con la fortaleza, magnitud y posición de la Alta de Bolivia y de las interacciones océano-atmósfera asociadas a los eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) y Convergencia Antártica (CA) (Romero et al., 2011; Mendonca et al, 2014). El riesgo de las sequías prolongadas, la eventual ocurrencia de lluvias abundantes que causan inundaciones y aluviones, la recurrencia de ondas de frío (acompañadas de nevazones y fuertes vientos), configuran paisajes esencialmente amenazantes cuyo enfrentamiento exige

altos grados de resiliencia de los sistemas socio-ecológicos (Romero *et al.*, 2013; Sarricolea y Romero, 2015).

Mientras los modelos de cambio climático pronostican un importante desecamiento en la mayor parte de la Cordillera de los Andes, se advierten significativas variabilidades espacio temporales relacionadas con la topoclimatología de los altiplanos, sistemas de laderas y valles que caracterizan complejos orográficos de gran magnitud y elevado dinamismo geomorfológico e hidrológico, cuya comprensión y gestión requeriría conocimientos científicos que no se encuentran disponibles (Romero *et al.*, 2013). Existe una gran variedad en los climas de los lugares, que depende especialmente del alcance de las influencias amazónicas o del océano Pacífico, de la distribución de los pisos ecológicos controlados por la altura y de las exposiciones de las montañas ante las masas de aire cargadas de humedad (Mendonca *et al.*, 2014). Los más recientes desastres hidrometeorológicos como los aluviones de marzo de 2012 y principalmente el registrado en marzo de 2015, han demostrado el desconocimiento de los topoclimas, lo que se está intentando resolver con la instalación de redes de observación ubicados sobre 3.000 m. de altitud y mediante investigaciones participativas que intentan vincular dichos datos con los conocimientos locales de que disponen las comunidades (fig.1).

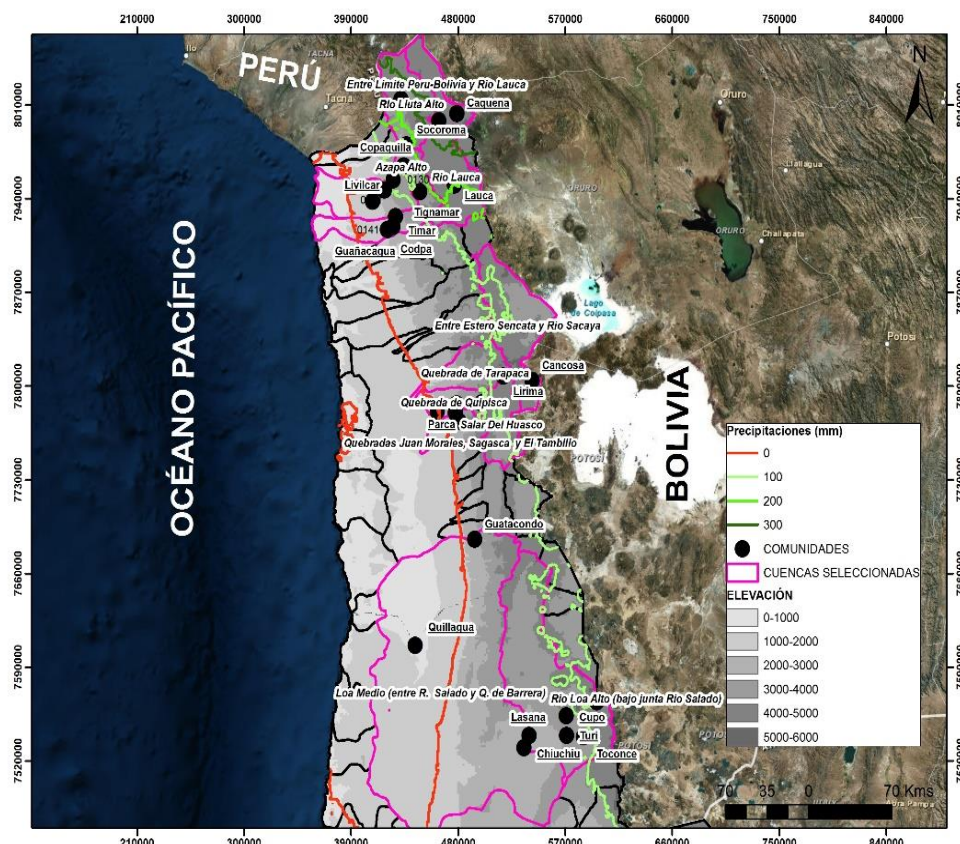


Figura 1 - Comunidades y cuencas seleccionadas como áreas de estudio en el Desierto de Atacama, indicando alturas y precipitaciones medias anuales. Elaboración propia,

Debido a las restricciones ecológicas, las relaciones que vinculan las distintas fases del ciclo hidrológico al interior de las cuencas son fundamentales y la habitabilidad de estos paisajes ha dependido en gran medida de su comprensión y manejo. Sin embargo, éstas se han visto mayormente perturbadas desde las décadas recientes por intervenciones sociales que han devastado la vegetación, desecado fuentes de agua superficiales y subterráneas y aumentado persistentemente la vulnerabilidad de las comunidades ante la exacerbación de los cambios climáticos que se han advertido numerosas veces en estos márgenes desérticos (Adger, 2009; Prieto, M. 2015a, Romero et al. 2013, Sarricolea y Romero, 2015). El conocimiento local de los climas regionales y de los mecanismos de mitigación y adaptación ante las variabilidades han sido fundamentales para la sobrevivencia de las comunidades locales y ello ha dependido de sistemas de información cuyos objetos y datos, no obstante, son diferentes a los aportados por la ciencia moderna, pero no por ello menos significativos.

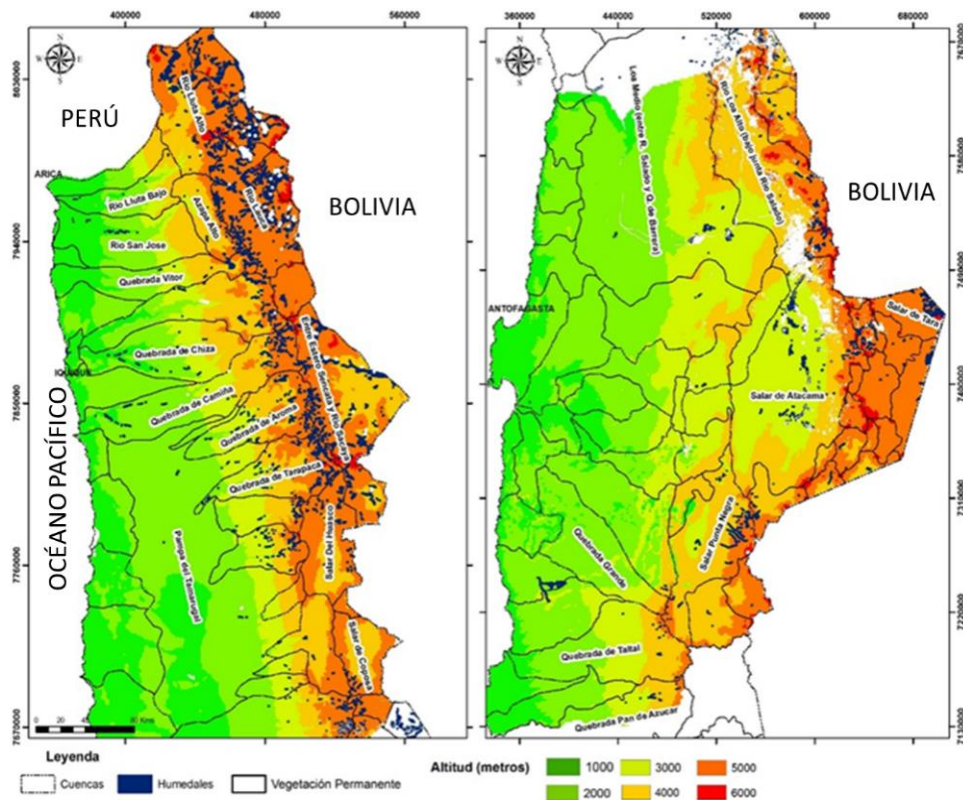


Figura 2 - Organización territorial sobre la base de cuencas ambientales, humedales y pisos de altura en el Desierto de Atacama. Elaboración propia

El Desierto de Atacama, por otro lado, es una de las fuentes más relevantes del mundo de minerales como cobre, oro, plata y litio, cuya explotación requiere importantes volúmenes y creciente disponibilidad de agua. Desde el siglo XIX la región ha sido sometida a una explotación intensiva de sus recursos minerales, lo que ha requerido instalar pozos profundos y



canalizaciones de las áreas de captura de las aguas, para trasladarla hacia las minas y ciudades, sacrificando –en aras del “progreso nacional”-, a numerosas comunidades ecológicas y culturales ubicadas en la cordillera (Romero, 2009; Romero *et al.*, 2009 y 2011; Prieto, 2015b; Castillo, 2015). Durante los últimos veinte años, el Desierto de Atacama vivió un *superciclo* productivo o “boom” minero que significó la instalación de decenas de yacimientos de explotación de cobre de propiedad pública y privada, nacionales y extranjeros (Figura 3). Bajo un uso minero casi exclusivo de los recursos, se estableció por parte de las autoridades y empresarios un discurso basado en las premisas del modelo económico neoliberal. Dicho modelo, ha implicado un sistema privatizador de propiedad, control y gestión de las aguas, de las reservas minerales, los suelos, el aire y la conservación de la naturaleza, acompañado de una racionalidad sustentada en innovaciones tecnológicas y conocimientos científicos reduccionistas y disciplinares. La geografía, separada originalmente en física y humana, ha clasificado a la climatología dentro de la primera, lo que en este caso de estudio, ha significado privilegiar una visión más cercana y apropiada a los enfoques neoliberales, antes que aproximarla a las formas de conocimiento local y tradicional aportados por las comunidades. Esta contradicción, propia de la glocalización (Gaillard and Mercer, 2012), se constituye en una de las más importantes limitaciones para comprender las diferencias culturales que existen entre los diferentes grupos de actores sociales que construyen los territorios, generando conflictos socioambientales y socioterritoriales que en muchos casos permanecen en Chile sin solución y a la espera de los aportes académicos como los que pudiera brindar la climatología cultural.

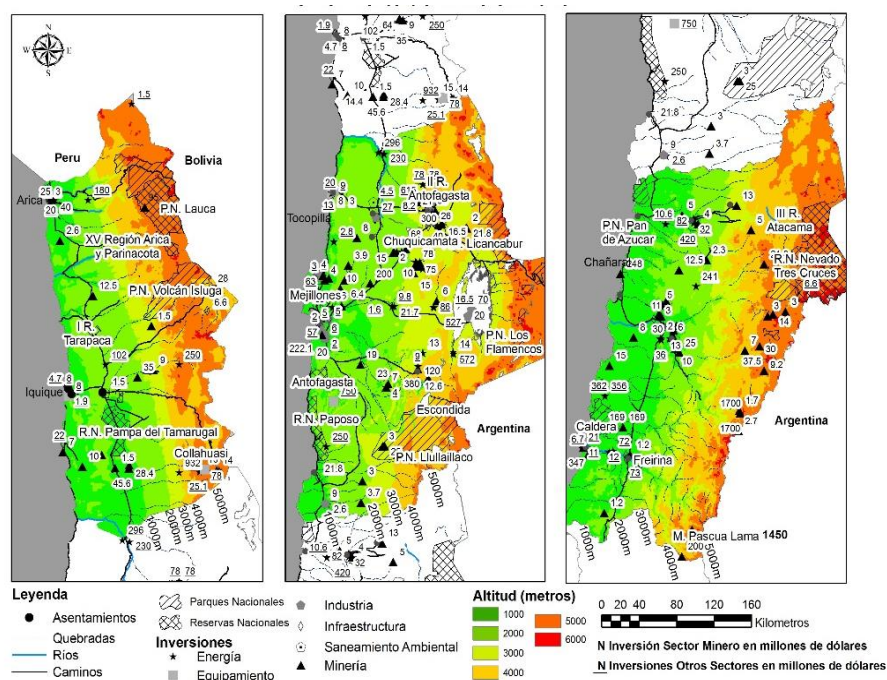


Figura 3 - Principales inversiones económicas (en millones de dólares) en actividades mineras y relacionadas y áreas de protección de la naturaleza en el Desierto de Atacama, según pisos altitudinales, Elaboración propia.

### 3. Climatología cultural y socioclimas andinos

Para Tadaki et al. (2012), “Las actividades humanas alteran e interactúan con la física y química de la atmósfera a través de las escalas global-local. Modificaciones humanas de los paisajes y los biomas corren de diferentes maneras a través del espacio y tiempo, y los actores humanos y las instituciones proponen y coordinan estructuras metafísicas para vincular observaciones e ideas acerca del mundo natural” (547). En 2003 Thones y McGregor (cit. Tadakakis et al., 2012), propusieron que la climatología cultural incluye “el estudio de los procesos de, y las interacciones y retroalimentaciones entre los componentes físicos y humanos del sistema climático en una variedad de escalas temporales y espaciales” (2003, 178). La cultura, concebida como identidad, se refiere a modos organizados de comportamiento regular de una población en los dominios tecnológico, económico, religioso, político, familiar, institucional y otros (Rohner, 1984, 113, cit. Tadakakis, 2012). Alternativamente, se trataría de *webs* (redes) de significados que los hombres interpretan de acuerdo con su cultura.

La tesis central de Tadaki et al. (2012) es que el giro cultural de la geografía física debe ser presidido por el reconocimiento de que esta disciplina ha sido siempre cultural y que sus practicantes e instituciones proveen de un sistema significativo a través del cual “el orden es comunicado, reproducido, experimentado y explorado” (Williams, 1981, cit. Tadakakis, 2012, 550). Watsuji (1961, 1943) en su libro de fenomenología del clima, propone la tesis de que éste debe ser tratado como expresión de la existencia humana subjetiva y no del medio ambiente natural, argumentando que las experiencias humanas de- y las interrelaciones con- el clima han sido heterogéneas y envueltas a través de los valores e historia de la sociedad, antes que estar determinadas universalmente.

La distribución geográfica de los climas es un recurso fundamental para la vida, las culturas y minería practicadas en el Desierto de Atacama. En este último caso, tanto en la costa como en el interior del desierto, la falta absoluta de lluvias y la alta radiación solar permiten durante todo el año la extracción de minerales a tajo abierto, es decir removiendo rocas y profundizando crecientemente excavaciones al aire libre, que pueden superar centenares de metros, mientras la evaporación facilita los procesos de concentración de los minerales. Las faenas de extracción y concentración requieren además de gran cantidad de agua, la que solo es posible de obtener desde las lluvias registradas en las altiplanicies y cumbres de las montañas o bien desde las profundidades del subsuelo, donde son almacenadas en la actualidad o lo fueron bajo condiciones de óptimo climático hace miles de años atrás, por lo que se trata de recursos fósiles (Romero et al., 2012). La importancia de las fuentes de agua (las lluvias, las montañas, los humedales, los ríos y arroyos, lagos y lagunas), los balances hídricos a escala de subcuenca, la cantidad y edad del agua subterránea, así como de sus redes de distribución (de drenaje natural de los ecosistemas y artificiales para los asentamientos humanos y las actividades mineras,

agrícolas y ganaderas) exigiría la disponibilidad de conocimientos geográfico físicos especializados, que por lo general no existen como bienes públicos en los países en desarrollo, donde tienden a ser considerados prioritariamente como informaciones reservadas por las empresas privadas, especialmente las mineras.

Las comunidades ancestrales han habitado y gestionado por miles de años estos paisajes lo que ha requerido conocimientos e informaciones que les han permitido adoptar decisiones para mitigar los cambios de corto plazo y adaptarse a los de plazos medianos y largos. La consideración de estos conocimientos requiere de un amplio proceso de diálogo (Gaillard and Mercer, 2012) entre los científicos y los habitantes indígenas, entre los agentes externos e internos de la comunidad y entre las decisiones adoptadas desde abajo hacia arriba y desde arriba hacia abajo. Para Coates (2015) la *comunidad consciente* es la que intercepta sus aspectos espaciales, sociales y culturales en la adopción de decisiones cotidianas, requiriendo por ello de una particular atención. La climatología cultural debe considerar en este caso que las comunidades no separan la sociedad de la naturaleza y que la existencia humana es parte de dicha totalidad. Los vientos, las nubes, la lluvia, los escurrimientos superficiales y subterráneos de agua, el almacenamiento de ésta en el suelo y en los vegetales, la fauna y flora y desde luego, las comunidades humanas y no-humanas constituyen un sistema holístico de múltiples interacciones recíprocas manifestadas en flujos materiales, inmateriales y simbólicos. Así entendido, el clima es un hecho socionatural en la medida que no significa socialmente solo un evento o fenómeno atmosférico, sino que trata de un constructo cultural que asocia y ordena las fases del ciclo climático, relacionándolas con acciones humanas y divinas específicas, en un sistema de conocimientos que no separa los hechos físicos de los metafísicos o la vida del tiempo y el espacio (Boelens, 2014). De esta forma, la condensación y las precipitaciones ocurren por voluntad de los dioses de las montañas, que controlan a su vez a las divinidades del viento y las nubes, y finalmente el escurrimiento de las aguas, a través de otras tantas deidades. Las respuestas de los dioses son proporcionales a la fé y sacrificios que acompañan las rogativas presentadas por los comuneros en ceremonias especialmente convocadas antes que comience la estación de las lluvias. Mientras la quema de incienso vincula estas rogativas directamente con las nubes y las montañas al viajar por los aires, el vaciamiento de depósitos con agua de mar sobre los arroyos de las laderas, pretende acelerar las fases de evaporación-condensación-precipitación, al mismo tiempo que la sangre de los animales sacrificados aumentaría el escurrimiento superficial de las aguas.

El socioclima representa conocimientos, valores, prácticas y gestión de los territorios, que finalmente contribuyen a la identidad comunitaria, que comprende elementos y significados físicos, abstractos y sobrenaturales generando y manejando conceptos de carácter híbrido que también alcanzan al agua, a través de los territorios y redes hidrosociales, así como a la totalidad



de los *actantes* ecológicos, destacando especialmente el carácter de los animales domésticos, considerados integrantes de las familias.

El estudio de los socioclimas se realiza a través de investigaciones participativas mediante entrevistas en profundidad y conversaciones practicadas en forma sistemática entre los investigadores y los miembros de la comunidad. En este caso, los hallazgos presentados han sido recogidos en las comunidades de Lirima, Cancosa, Copaquilla y Salar del Huasco (figura 1), todos lugares de residencia de comunidades aymaras situadas sobre 3.000 m. de altura, en los bordes de humedales y arroyos, por Basaure (2015). La organización del sistema socioecológico posiciona a todos sus integrantes en igualdad de condiciones y exige una permanente conversación y respetabilidad mutua entre la naturaleza y la sociedad de alto valor conservacionista. Los habitantes locales deben respeto permanente a los dioses que encarnan al clima y las aguas, destacando por su importancia, el monte más alto de la localidad, donde se concentran los flujos de humedad provenientes del océano y del interior. Las peticiones de los comuneros, principalmente relacionadas con la ocurrencia de lluvias abundantes, suaves, bien repartidas en el tiempo y el espacio, que aseguren la disponibilidad de agua, pastos y alimentos todo el año, deben ser expuestas en ceremonias públicas, donde los sabios locales (“yatires”) los transmiten hacia las alturas de las montañas. Producidas las lluvias, es necesario aumentar su fluidez aguas abajo por lo que se sacrifican corderos y llamas para que el vertido de su sangre incremente los caudales, al mismo tiempo que la comunidad implora sobre su persistencia y su fusión con la “madre tierra” (pachamama), mediante bailes y carnavales, para asegurar la fertilidad de los suelos y el abastecimiento alimenticio.

Como la variabilidad y los cambios climáticos siguen registrándose como parte de los ciclos naturales, la comunidad debe adoptar acciones sociales de mitigación y adaptación para lo cual es indispensable disponer de un sistema de pronósticos. Los habitantes locales identifican principalmente a las sequías, ondas de frío (debido al fuerte viento y las bajas temperaturas), los aluviones y los adelantos o retrasos de las estaciones del año (lluviosa o seca) como las principales amenazas climáticas. Estas variaciones son predichas mediante la observación rigurosa del comportamiento de diversos componentes de la flora y fauna de los paisajes de los lugares ocupados por la comunidad. El momento del florecimiento y fructificación de pastos y cactáceas en los alrededores de los humedales y en las estepas altoandinas son reconocidos como hechos anticipatorios de las características climáticas del verano próximo, como también los son el apareamiento de determinados insectos, la abundancia de batracios y la cantidad, color y forma de volar de los flamencos que nidifican en los cuerpos de agua (Basaure, 2015). El conocimiento local sobre la ocurrencia de eventos extremos, sin embargo, no los relaciona causalmente con eventuales procesos de cambio climático sino que con las dificultades crecientes que debe enfrentar la comunidad para convocar a sus miembros a participar en forma

masiva en las rogativas, debido a que la mayor parte ha emigrado hacia las ciudades o bien por el envejecimiento de sus poblaciones. Para ellos, sería necesario no solo aumentar el número de participantes y la frecuencia de las ceremonias sino que además exigirles a éstos mayores niveles de fé en sus actos y rogativas, así como perfeccionar los ritos practicados: invitar a un sabio más poderoso desde la vecina Bolivia, sacrificar más animales y especialmente, realizar las ceremonias en forma completa, como lo hacían los abuelos. La emigración y los cambios de modos de vida han resentido la relevancia de las ceremonias y con ello disminuido la capacidad de interacción con las divinidades, componente fundamental de los socioclimas.

#### **4. La globalización como amenaza de los socioclimas**

Castree (2015) advierte sobre la necesidad de desarrollar una auténtica ciencia geográfica de los cambios globales, que debería ser distinta a las actuales aproximaciones reduccionistas y disponer de nuevos conceptos y enfoques, entre los cuales se podrían ubicar los socioclimas, como representaciones híbridas y complejas empleadas por las comunidades locales para enfrentar la incertidumbre y resistir al reduccionismo científico y su cercanía con el neoliberalismo como modelo económico que se busca imponer en sus territorios. Los socioclimas son parte de la identidad de los lugares y por ello de la capacidad de resistencia de las comunidades locales para enfrentar a la glocalización (Gaillard and Mercer, 2012).

Chile es un país que ha seguido por más de cuarenta años en forma interrumpida y perfeccionada los principios de la doctrina neoliberal como modelo de desarrollo socioeconómico basado en la globalización (Romero, 2009; Prieto, 2015b; Castillo, 2016). Las manifestaciones ecológico-sociales de este modelo se basan en la *comodificación* o comercialización de cada uno de los componentes del medio ambiente, para lo cual se deben convertir en mercaderías cuyo precio de transacción depende de las leyes de oferta y demanda. Las aguas, los climas, los suelos y la biodiversidad deben ser ofertados en el mercado, puesto que sería éste el que puede asignarlos de manera neutral y objetiva beneficiando a la sociedad en la medida que tales decisiones se basan en su máxima rentabilidad económica. De esta manera, se señala que se evitarían asignaciones arbitrarias o politizadas por parte de las autoridades administrativas, cuyas prioridades dependerían a su vez de presiones de grupos políticos o de las comunidades, en su propio beneficio y no en el de la totalidad de la sociedad, según las declaraciones formuladas persistentemente por los defensores del modelo (Prieto, 2015 a).

Para asegurar el funcionamiento de los mercados “libres” ha sido necesario que los componentes del medio ambiente (aire, agua, suelos, flora y fauna) pertenezcan en propiedad a algunos individuos o empresas. Para ello es imprescindible garantizar que el derecho de propiedad individual será respetado en todo momento y lugar y comprender a la totalidad de los bienes y servicios ambientales (Romero, 2009; Romero et al., 2009). La tierra debe ser separada

del agua, las aguas deben ser clasificadas y comercializadas en forma independiente según sean usadas en forma consuntiva (minería y agua potable) o no consuntiva (energía hidroeléctrica y regadío), provenientes de la superficie o de los acuíferos profundos (Prieto, 2015b). La propiedad de las aguas y de los suelos superficiales no es la misma que la de los recursos provenientes del subsuelo; las secciones de las cuencas son comprendidas en forma separada (impidiendo su gestión integrada), no existen instrumentos de ordenación del territorio y se ha intentado en todos los casos destruir la propiedad comunitaria y reducir persistentemente las áreas destinadas a la conservación, especialmente cuando se trata de fuentes de agua (Romero et al., 2012; Prieto, 2015b; Rodríguez and Boelens, 2016; Boelens et al., 2016). Bajo una férrea dictadura militar impuesta por los poderes económicos y políticos globales se aplicaron en Chile entre los años 1973 y 1990 en forma completa numerosas reformas que conforman el ideario de la economía política asociada a la doctrina neoliberal: se comodificaron y privatizaron los suelos (1979), el agua (1981) y las explotaciones mineras (1983), se ofrecieron facilidades especiales y liberación de impuestos a las compañías mineras, se despojó de sus recursos a las comunidades indígenas y se ejecutaron devastaciones y degradaciones sin precedentes en el estado de ecosistemas especialmente sensibles, tales como ríos, bosques y humedales (Romero, 2009; Romero et al., 2011; Ghorbani and Kuan, 2016). Numerosas comunidades debieron abandonar sus territorios (Castillo, 2016; Budds, 2004). La reducción del rol del estado, propia de las premisas neoliberales, ha implicado un abandono de la generación de información científica y monitoreo de estos efectos, realización de evaluaciones ambientales sesgadas o superficiales, ausencia o debilidad de la fiscalización, ligereza en la dictación de permisos ambientales y sobre todo, un elevado esfuerzo por generar alianzas entre los organismos del estado y las empresas productivas, abandonando de paso muchas de las acciones de bien público, de defensa de los bienes y derechos de las comunidades y de planificación y gestión del medio ambiente.

Las aplicaciones del modelo neoliberal en los países latinoamericanos han implicado el establecimiento de normativas e instituciones completamente favorables para la minería y para otras actividades extractivas, en perjuicio de la protección de los sistemas socio ecológicos vernaculares. El poder de las empresas mineras, basado en sus ganancias siderales, las ha dotado de una capacidad de negociación en beneficio propio, amparadas especialmente en la falta de instituciones democráticas que representen a los sectores directamente afectados. El agua, por ejemplo, desde 1981 ha sido transada en el mercado a precios crecientes que dependen de la demanda, la que a su vez lo hace de acuerdo a la abundancia de fuentes u ocurrencia de sequías (Prieto, 2015 a y b; Romero, 2009; Romero, 2011). Para generar el mercado, el Estado asignó derechos de agua superficiales y subterráneos a empresas mineras y proveedoras de agua potable, arrebatándoselos mediante la fuerza y engaños a las comunidades indígenas y rurales,

especialmente en las décadas de 1980 y 1990. Solo una ley de protección de las tierras y aguas indígenas, dictada en 1993 consiguió controlar parcialmente el despojo de los recursos (Castillo, 2016).

La apropiación del agua por parte de las compañías mineras o del Estado para posteriormente traspasarla a ellas, ha caracterizado buena parte de los principales impactos ambientales negativos de cada uno de los proyectos de explotación minera sobre los territorios de las comunidades de lugar, incentivando el desaparecimiento de nociones y prácticas culturales que otorgaban significado a los socioclimas. Si es el mercado el que asigna los recursos a perpetuidad a empresas e individuos privados, la propiedad comunitaria y la totalidad del sistema cosmológico y práctico que explicaba su funcionamiento, se debilita y amenaza con desaparecer. Parte importante de los habitantes locales han emigrado a las ciudades y con ello se ha deteriorado el capital social que sostenía los socioclimas, como sistemas de conocimientos, prácticas productivas, símbolos y hechos sobrenaturales.

Prácticamente todo el siglo XX implicó el desecamiento de fuentes de agua como humedales, vegas y áreas de pastoreo, espacios vitales para la subsistencia de las comunidades indígenas. Las captaciones de agua en la alta montaña y su traslado por ductos de gran volumen directamente a los yacimientos mineros implicó que todos los espacios intermedios quedaran sin abastecimiento, desecando los paisajes naturales y obligando a emigrar o a reducir substantivamente las actividades de los asentamientos agrícolas y ganaderos, como sucedió sistemáticamente y sigue ocurriendo en el curso superior del río Loa, el más importante del Desierto de Atacama. Miles de hectáreas de los oasis de Calama, Chiuchiu y Lasana, entre otros, fueron privados de agua, obligando a los propietarios locales a desprenderse de sus derechos bajo amenazas de impuestos, engaños y confusiones destinadas a subestimar sus tierras cultivadas. La interrupción de los ríos y arroyos con embalses o la construcción de tranques de relave modificaron en gran medida las redes naturales de distribución y recarga de los acuíferos al mismo tiempo que se contaminaban las aguas y sus fuentes, como sucedió con el oasis de Quillagua, cuyos agricultores fueron forzados a emigrar y transferir sus derechos de agua a la compañía estatal ante la imposibilidad de continuar cultivando sus tierras (Budds, 2004; Prieto, 2015 a y b ; Castillo, 2016).

Dada la configuración de las cuencas, el control de las fuentes en las áreas de captura es de primordial importancia. De allí el interés de las compañías mineras por apropiarse de lagunas, humedales y acuíferos, mediante la instalación de pozos profundos de extracción, cuyo número y profundidad se incrementa con la permanente necesidad de aumentar el abastecimiento de agua en la medida que progresan las faenas o es necesario realizar ampliaciones de los yacimientos. La competencia por las áreas de captura de las aguas enfrenta también a las compañías mineras, los organismos del estado y a las comunidades respecto a la delimitación de

áreas de conservación de la naturaleza, a la exclusividad de estas funciones territoriales y especialmente respecto a la propiedad de estos terrenos. En áreas como el Parque Nacional Lauca, los mismos territorios están tanto bajo la administración de la Corporación Nacional Forestal, que representa al Estado y que al mismo tiempo son reclamados por las comunidades indígenas como de su propiedad. La organización territorial de los espacios comunitarios indígenas se basa especialmente en la comprensión y gestión de la distribución espacio temporal de las lluvias, las temperaturas locales, la nieve, las heladas y los vientos, que son fundamentales en el establecimiento de las estrategias de mitigación que se adoptan en la vida cotidiana y en las adaptación, que tienen que ver con las predicciones y sistemas de gestión de los plazos medianos, tales como la ocurrencia de períodos de sequía que se pueden prolongar por varios años (Gundermann y González, 2008; Gundermann y Vergara, 2009; Romero et al. 2013).

Se requiere controlar una amplia variedad y gran número de pisos ecológicos para poder garantizar la seguridad alimenticia de personas y animales que deben enfrentar las variabilidades climáticas y una permanente falta de agua y por ello de suelos aptos para la agricultura y pastos de calidad y cantidad para asegurar el aumento de las masas ganaderas de auquénidos que son la base de su subsistencia. Redes espacialmente complejas de circuitos de trashumancia deben asegurar la accesibilidad a áreas de pastos que brinden alimento a llamas y alpacas, permitiendo su movilidad hacia refugios ecológico-sociales contra la aridez y el frío. La delimitación de los territorios necesarios para la reproducción social de las comunidades actúa como origen permanente de conflicto en la medida que deben disputar fuentes de agua, ciclos y redes hidrosociales que comprometen a las comunidades biológicas y sociales en su totalidad, o que por el contrario, solo sirvan para mantener las extracciones destinadas a abastecer a ciudades y yacimientos lejanos, excluyendo todo otro uso alternativo, lo que implica una simplificación de los sistemas ecológico-sociales que causa la desertificación de los paisajes. Por lo anterior, la principal amenaza para los socioclimas de las comunidades andinas no corresponde solo al incremento de las variabilidades o a la ocurrencia de cambio climático, sino que a la destrucción de los sistemas de conocimiento, control y gestión basados en la comunidad. Ello estaría siendo causado por la desecación de los territorios, emigración de los pobladores, erosión de los sistemas de conocimientos locales, envejecimiento de las sociedades y muerte de los *yatires* o sabios locales.

## 5. Conclusiones

Los socioclimas de las comunidades andinas del borde del Desierto de Atacama viven un irreversible proceso de extinción como consecuencia de la pérdida de los sistemas de conocimientos locales manifestados en cosmovisiones basadas en informaciones,

representaciones y modos de gestión comunitarias completamente diferentes a los reclamados por la climatología convencional. Los socioclimas son objetos híbridos que integran a la sociedad con la naturaleza mediante relaciones y flujos multidireccionales establecidos en los planos biogeofísicos, culturales y metafísicos que se han construido intergeneracionalmente mediante rigurosas observaciones y sistematizaciones que requieren de la comunidad de lugar para asegurar su mantención y perfeccionamiento. Se requiere un profundo proceso de diálogo entre las comunidades académicas y los habitantes locales de los paisajes más sensibles del planeta global, investigaciones participativas que no solo coproduzcan conocimientos que mejoren la gestión de los socio ecosistemas sino que además sean ejemplos de convivencia democrática y justa.

## 6. Bibliografía

- Adger, N. (2003). *Social capital, collective action and adaptation to climate change*. Economic Geography Vol.79 N°4 (October 2003): 387-404.
- Basaure, M.F. (2015). *Población Aymara y agua en los humedales de la Comuna de Pica. Región de Tarapacá, Chile*. Memoria de Título para optar al Título de Antropóloga Social. Departamento de Antropología, Universidad de Chile
- Boelens, R. (2014). *Cultural policies and the hydrosocial cycle: Water, power and identity in the Andean highlands*. Geoforum Volume 57, November 2014:234-247.
- Boelens, R.; Hoogesteger, J.; Syngedouw, E.; Vos, J. and Wester, Ph. (2016). *Hydrosocial territories: a political ecology perspective*. Water International, 2016, Vol. 41, N°1: 1-14.
- Budds, J.. (2004). *Power, nature and neoliberalism: the political ecology of water in Chile*. Singapore Journal of Tropical Geography, 25: 322–342.
- Castillo, M. (2016). *Socio-Ecological Inequality and Water Crisis: Views of Indigenous Communities in the Alto Loa Area*. Environmental Justice 9 (1): 9-14.
- Castree, N. (2015). *Geography and Global Change Science: Relationships Necessary, Absent, and Possible*. Geographical Research 53(1):1–15.
- Coates, T. (2015). *Understanding local community construction through flooding: the 'conscious community' and the possibilities for locally based communal action*. Geography and Environment published by John Wiley & Sons Ltd and the Royal Geographical Society (with the Institute of British Geographers).pp.1-14. doi: 10.1002/geo2.6
- Gaillard, J.C. and Mercer, J. (2012). *From knowledge to action: Bridging gaps in disasters risk reduction*. Progress in Human Geography 37 (1) 93-114.
- Ghorbani, Y. and Kuan, S.H. (2016). *A review of sustainable development in the Chilean mining sector: past, present and future*. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, DOI: 10.1080/17480930.2015.1128799. 29p.
- Gundermann, H. y Vergara, J.I. (2009). *Comunidad, organización y complejidad social andinas en el norte de Chile*. Arqueología y Antropología Surandinas. Estudios Atacameños. N° 38. pp. 107 – 126.
- Gundermann, H. y González, H. (2008). *Pautas de integración regional, migración, movilidad y redes sociales en los pueblos indígenas de Chile*. Revista UNIVERSUM, Universidad de Talca. N° 23, Vol. 1. Pp. 82 -115.
- Mendonça, M., Romero, H. y Opazo, D. (2014). *Análise multiescalar para a compreensão de causas e consequências da variabilidade climática na América do Sul*. Experimentos em Climatologia Geográfica. Organizadores: Charlei Aparecido de Silva, Edson Soares Fialho e Ercilio Torres Steinke. Associação Brasileira de Climatologia Geográfica, pp. 271-290.

Prieto, M. (2015a). *Privatizing Water in the Chilean Andes: The Case of Las Vegas de Chiu-Chiu*. Mountain Research and Development.35(3):220-229 <http://dx.doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-14-00033.1>

Prieto, M. (2015b). *La ecología política del modelo de aguas chileno. Ecología Política en Chile*. Naturaleza, propiedad, conocimiento y poder. B.Bustos, M. Prieto y J. Barton (Editores), Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 143-166.

Rodríguez-de-Francisco, J.C. and Boelens, R. (2016). *PES hydrosocial territories: de-territorialization and re-patterning of water control arenas in the Andean highlands*, Water International, 41:1, 140-156, DOI: 10.1080/02508060.2016.1129686

Romero, H. (2009). *Comodificación, exclusión y falta de justicia ambiental*. Globalización y territorio en América Latina. Ovidio Delgado Mahecha y Hellen Cristancho Garrido Editores. Biblioteca Abierta, Colección General, serie Geografía. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Geografía, pp.243-291

Romero, H., Méndez, M. and Smith, P. (2012). *Mining development and environmental injustices in the Atacama Desert (Northern Chile)*. Environmental Justice. Mary Ann Liebert Inc. 5(2):70-76.

Romero, H., Mendonça, M., Méndez, M. y Smith, P. (2011). *Multiescalaridad, relaciones espaciales y desafíos ecológico-sociales de la climatología sudamericana. El caso del desierto de Atacama*. Revista Brasileira de Climatologia. Año 7.Vol. 8. Pp.7-29. En línea: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/viewFile/25785/17210>.

Romero, H., Mendonça, M., Méndez, M. y Smith, P. (2013) *Macro y mesoclimas del Altiplano Andino y Desierto de Atacama: Desafíos y estrategias de adaptación social ante su variabilidad*. Revista de Geografía Norte Grande, PUC-Chile, volumen 55, 2013. Pp. 19-41.

Romero, H., Smith, P. and Vásquez, A. (2009). *Global Changes and economic globalization in The Andes.Challenges for developing nations*. Global Change and Sustainable Development in Mountain Regions, Psenner, R., Lackner, R., Borsdorf, A. (Editores).Innsbruck University Press, University of Innsbruck, Vice-rectorate for Research, Austria.pp.71-95.

Sarricolea, P y Romero H. (2015). *Variabilidad y cambios climáticos observados y esperados en el Altiplano del norte de Chile*. Revista Geográfica de Chile Norte Grande. N°62. pp. 169-183.Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/136301>.

Tadaki, M.; Salmond, J., Le Heron, R. and Brierley, G. (2012) *Nature, culture, and the work of physical geographers*. Trans.Inst. Br. Geogr. NS37 547-562 2012

Agradecimientos: Al Fondo Nacional de Desarrollo de las Ciencias y Tecnología (Fondecyt) de Chile que financia la realización del proyecto 1120204 del cual forman parte estos resultados. A Dustyn Opazo por la preparación de las cartas que se presentan en el artículo.

## **AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE EM ÁREAS DE RISCO HIDROLÓGICO: UM ESTUDO DE CASO DA VILA SCHIRMER, MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RIO GRANDE DO SUL - BRASIL.**

M. E. de M. Cardias <sup>(a)</sup>, G. C. Pittelkow <sup>(b)</sup>, T. C. Gomes <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
elenamarcia83@gmail.com

<sup>(b)</sup>Rede Municipal de Tucunduva- RS– Brasil  
graciele.geografia@gmail.com

<sup>(c)</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
geotania.gomes@gmail.com

### **Resumo**

Os Planos Municipais de Redução de Risco contemplam uma série de diretrizes técnicas e gerenciais que permitem aos Poderes Públicos Municipais a redução de risco de desastre. A metodologia de avaliação da vulnerabilidade nestes instrumentos considera somente variáveis sóciourbanísticas, porém, sabe-se que o entendimento das variáveis Sócioestruturais e Culturais são fundamentais para consolidar e organizar grupos visando planejar estratégias de resiliência. Esta pesquisa tem como objetivo: avaliar a vulnerabilidade em um dos setores de risco da Vila Schirmer, município de Santa Maria/RS, considerando as variáveis supracitadas. Os procedimentos metodológicos envolveram revisão bibliográfica, trabalhos de campo e aplicação de questionários nas moradias de um dos setores de risco da Vila Schirmer, denominado de setor 1. Em 2006, neste setor havia 11 moradias em risco de inundação, atualmente foram identificadas além dessas mais 4 com alto risco de inundação devido à proximidade da margem do rio.

**Palavras Chave:** Inundação, Risco, Vulnerabilidade, Vila Schirmer.

### **1. Introdução**

Grande parte dos desastres naturais que ocorrem no Brasil são desencadeados por processos sociais que ocorrem muito anteriores aos eventos de vendavais, secas e movimentos de massa por exemplo. A população afetada, constituída por desalojados e desabrigados caracteriza-se por uma vulnerabilidade socioeconômica que precede aos eventos causadores de desastres, pois tem acesso restrito a um local de moradia mais seguro, isto é, fora dos locais suscetíveis a ocorrência de eventos como inundação e deslizamentos.

A segregação espacial ocorre do centro para a periferia, onde as classes sociais mais favorecidas instalam-se nas áreas centrais dotadas de infraestrutura e com maiores preços, e as classes menos favorecidas, nas periferias distantes e desprovidas de equipamentos e serviços.

No que se refere à dimensão nacional dos problemas relacionados às áreas de risco, a Constituição da República Federativa do Brasil, no artigo 21, XVIII, da Carta Magna de 1988, prevê ser de competência da União: “Planejar e promover defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações”.



Um dos instrumentos de planejamento para a elaboração do diagnóstico do risco de desastre é o Plano Municipal de Risco, que contempla uma série de diretrizes técnicas e gerenciais as quais permitem ao Poder Público Municipal a implementação de ações estruturais e não estruturais para a redução de risco de desastre. Trata-se de um instrumento base, que busca subsidiar zoneamentos urbanos e rurais, limitando as áreas com restrições e sem restrições de instalações de engenharias e arquiteturas, servindo de embasamento para a elaboração ou revisão do Plano Diretor da Cidade, do Orçamento Anual e do Plano Plurianual de Investimentos.

O Plano Municipal de Redução de Risco (PMRR) de Santa Maria foi elaborado no ano de 2006 e identificou 22 áreas com diversos potenciais de risco. A Vila Schirmer, localizada no Bairro Presidente João Goulart, a nordeste da área urbana, foi uma das áreas identificadas com risco de alagamento e inundação/deslizamento e solapamento de Margem do rio Vacacaí Mirim.

Os diagnósticos de risco e os PMRR, na maioria das vezes se resumem a tratar os desastres e riscos somente como uma questão de engenharia, esquecendo-se ou dando menor importância às estruturas sociais e suas rupturas.

Na elaboração destes instrumentos, a metodologia de avaliação da vulnerabilidade da população envolvida comumente considera somente as componentes sóciourbanísticas como, por exemplo, padrão construtivo das moradias, infraestrutura, etc.

Sabe-se, porém, que o entendimento das variáveis com componentes Sócioestruturais (idade, sexo, etc.) e Culturais como as redes de sociabilidade, por exemplo, são fundamentais para consolidar e organizar grupos visando planejar estratégias de resiliência mais duradouras.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa é avaliar a vulnerabilidade em área de risco da Vila Schirmer, município de Santa Maria/ RS, considerando as componentes sóciourbanísticas, sócioestruturais e socioculturais.

Como objetivos específicos têm-se:

- 1-Atualizar o zoneamento de risco da Vila Schirmer.
- 2-Characterizar a vulnerabilidade da população em risco utilizando variáveis sócio estruturais, socioculturais e sócio urbanísticas,
- 3-Comparar as variáveis de vulnerabilidade da população dentro dessa área buscando aquelas que são mais significativas para avaliação do risco.

## **2. Desastres naturais: principais conceitos**

Conforme Castro (1999), desastre é o resultado de eventos adversos que independentemente de serem provocados naturalmente ou pelo homem sobre um ecossistema vulnerável, causam danos no nível social e ambiental com prejuízos econômicos.

Para Wisner (2003, p. 50), o desastre existe quando “um número significativo de pessoas vulneráveis experimentam um perigo e sofrem danos graves e/ou interrupção de seu sistema de meio de subsistência de tal forma que a recuperação é improvável sem ajuda externa”.

Da mesma forma, para a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2007), os desastres naturais são “catástrofes que ocorrem quando um evento perigoso, tal como inundação, vulcanismo, terremoto, furacão ou movimentos de massa, é deflagrado causando danos à propriedade ou fazendo grande número de vítimas”.

Kobiyama (2006) comenta que quando esses fenômenos causam danos materiais e humanos eles são tratados como desastres naturais. De modo geral, os desastres naturais são determinados a partir da relação entre o homem e a natureza.

No Brasil a classificação adotada para desastres naturais é datada do dia 30 de agosto de 2012, publicada no Diário Oficial da União que toma como base a classificação utilizada pela ONU, que estrutura sua classificação da seguinte forma: categoria, grupo, subgrupo, tipo e subtipo. Nesta classificação os desastres são separados em duas categorias: os Naturais e os Tecnológicos. Como exemplo de desastres naturais tem-se os geológicos: escorregamentos, terremotos, etc., Já Os desastres tecnológicos são aqueles relacionados a substâncias radioativas e produtos perigosos.

No que se referem à evolução, os desastres são classificados pelo Departamento Nacional de Defesa Civil (Castro, 1998) em: desastres súbitos ou de evolução aguda, em desastres graduais ou de evolução crônica e desastres por somação de efeitos parciais.

- Os desastres súbitos ou de evolução aguda: caracterizam-se pela velocidade com que o processo evolui e, normalmente, pela violência dos eventos adversos causadores dos mesmos. Podem ocorrer de forma inesperada e surpreendente ou ter características cíclicas e sazonais, sendo facilmente previsíveis. No Brasil, os desastres de natureza cíclica e caráter sazonal são os que comumente ocorrem.

- Os desastres graduais de evolução crônica: ao contrário dos súbitos, caracterizam-se por terem sua evolução por etapas de agravamento progressivo. No Brasil, o desastre de maior destaque é a seca, por apresentar característica de agravamento progressivo.

- Os desastres por somação de efeitos parciais: Esses se caracterizam pela adição de numerosas ocorrências semelhantes, cujos danos, ao término de um determinado período, definem um desastre de grandes proporções. No Brasil, estes tipos de desastres são os que provocam os maiores danos anuais, sendo exemplificados por acidentes de trânsito; os acidentes de trabalho; os acidentes com crianças no ambiente domiciliar etc.

Assim utilizando a classificação da defesa civil para desastres conforme a sua evolução neste trabalho aplicou-se a classificação dos desastres súbitos ou de evolução aguda que são os mais recorrentes no Brasil.

## 2.1. Evento, Perigo e Risco

Partindo-se do entendimento de que o relevo está em constante transformação e que isso ocorre devido a agentes externos e internos (exógenos e endógenos), é possível dizer que eventos como deslizamentos, erosões, inundações entre outros são os agentes causadores da incessante modificação da paisagem. O Glossário de Defesa Civil (1988) diz que evento é a ocorrência externa ou interna ao sistema, envolvendo fenômenos da natureza ou de ações humanas.

No que diz respeito ao “Perigo”; Castro (2003) afirma que sua existência está condicionada à presença do homem, visto que nem sempre os fenômenos naturais causam prejuízos às comunidades, podendo, então, ser considerado apenas como um evento. Kobiyama (2006) ressalta que os termos perigo e risco são normalmente utilizados como sinônimos, porém não são. O perigo é um fenômeno natural que ocorre em épocas e regiões conhecidas que podem causar sérios danos nas áreas sob impacto, ou seja, perigo é um processo ou fenômeno natural que ocorre na biosfera, podendo ser um evento danoso e modificado pela atividade humana. Já o risco é a probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença de um perigo.

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2007) os eventos são fenômenos que possuem características, dimensões e localização geográficas registradas no tempo, sem causar danos econômicos e/ou sociais.

Ainda para o IPT (2007), se o fenômeno apresentar potencial que cause consequências desagradáveis a uma sociedade ou a um determinado grupo de pessoas ele é considerado um “evento adverso”, do qual então pode se determinar o “Perigo” (Hazard).

## 2.2. Vulnerabilidade

Ribeiro (1995) em seu artigo “Sociologia dos Desastres” afirma que vulnerabilidade é uma manifestação resultante do processo de desenvolvimento das relações sociais, sendo assim sinônimo de insegurança e de fragilidade frente a um perigo. O autor ainda relata que enquadrado numa teoria social dos desastres a interpretação da vulnerabilidade é atravessada por uma dupla referência analítica que contribui de forma inequívoca para sua compreensão.

Lavell (1999, p. 7) afirma que: “a vulnerabilidade significa uma propensão de sofrer danos, e, ao mesmo tempo, uma medida das dificuldades enfrentadas por uma sociedade para se recuperar do dano sofrido”. Conforme o (IPT 2007, p 26), o termo vulnerabilidade representa o “grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade, dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo”.

O Caderno Didático nº 6 intitulado “Desastres Naturais e Geotecnologias” – Vulnerabilidade, Saito (2011) afirma que a vulnerabilidade pode ser compreendida teoricamente pela interação entre elemento exposto-fenômeno e as perdas que ocorrem em função da magnitude dos efeitos

do fenômeno e a natureza dos elementos expostos. O que significa para o autor que a vulnerabilidade é de caráter estritamente social, visto que é proporcional a resposta que um determinado grupo social pode dar a um desastre.

### **3. Caracterização da área de estudo**

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Santa Maria está localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul, distante aproximadamente 300 km da Capital do estado, Porto Alegre. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 53°30'44" e 54°19'32" de longitude oeste e 29°20'28" e 30°00'16" de latitude sul, abrangendo uma área de 1.788,129 km<sup>2</sup>. O possui uma população total de 261.031 habitantes e densidade demográfica de 145,98 hab/km<sup>2</sup>. Santa Maria possui 41 bairros, e a economia é baseada na prestação de serviços.

No contexto geomorfológico, o sítio urbano do município de Santa Maria, encontra-se em uma faixa de transição entre as unidades geomorfológicas do Planalto (com relevo acidentado, e predomínio de morros e morrotes pertencentes à Formação Serra Geral), e Depressão Periférica sul-rio-grandense (com predomínio do relevo de colinas suavemente onduladas e de substrato rochoso sedimentar) definida como Rebordo do Planalto por Müller Filho (1970) apud Bazzan et al (2006), pelo fato de apresentar um complexo de formas de relevo acidentado como morros, escarpas e vales encaixados.

No que se refere às principais formas de relevo, para Sartori (2009), em Santa Maria ocorrem 10 tipos principais de formas e feições geomorfológicas: conjunto de morros, morros, morros testemunhos, morros testemunho engastado, patamares, coxilhas altas, coxilhas baixas, voçorocas, terraços fluviais e planícies aluviais.

O Bairro Presidente João Goulart está situado na região nordeste do distrito sede do município de Santa Maria e a Vila Schirmer é uma vila que compõe o referido Bairro, conforme pode-se observar na figura 1.

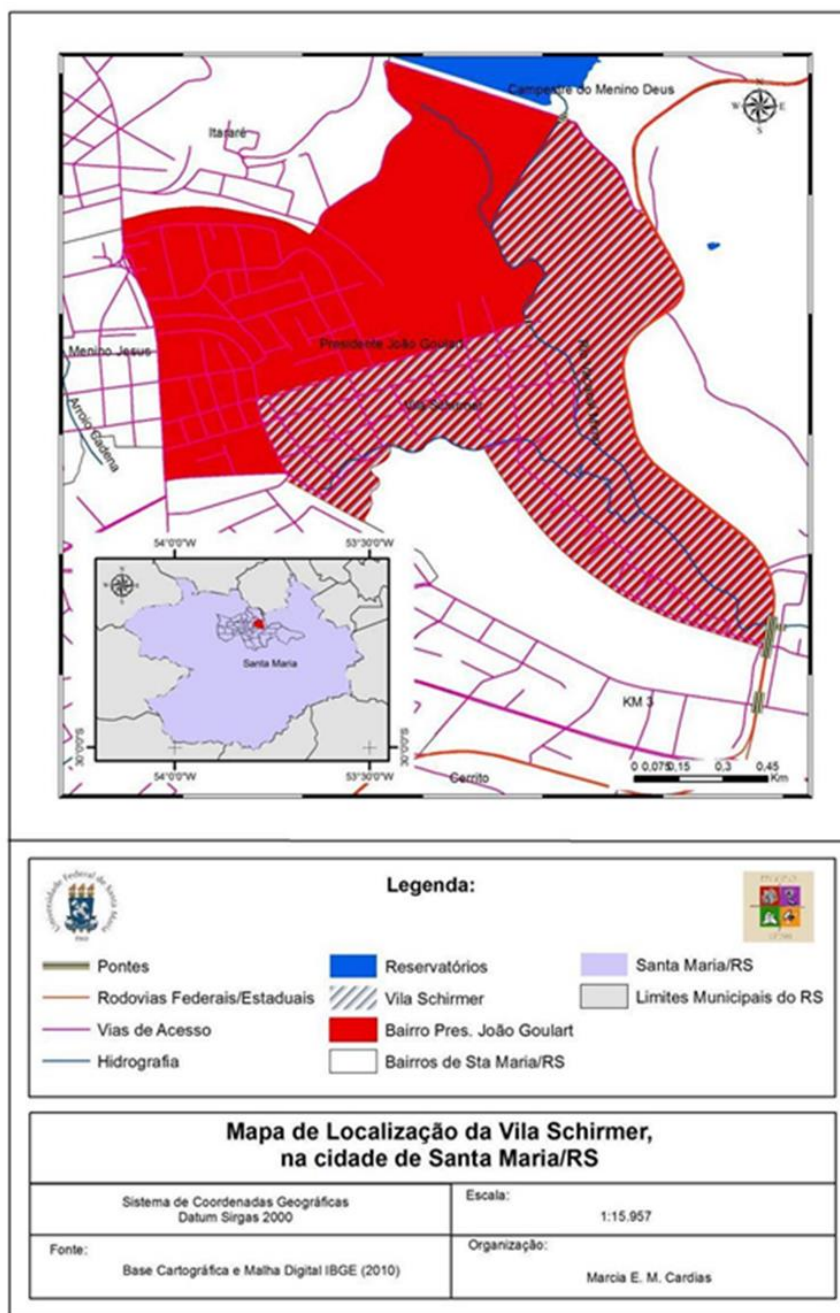


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo

#### 4. Procedimentos técnicos e metodológicos

No que tange aos procedimentos metodológicos, trabalhou-se nesta pesquisa com uma abordagem descritiva, com caráter qualitativo e quantitativo. Seguindo o conceito de Denker (2000), um conjunto de caráter qualitativo é apresentado através da descrição das variáveis estudadas, ou seja, área de estudo e suas formas de ocupação e dos eventos naturais ocorridos nesta área. O caráter quantitativo refere-se à avaliação das variáveis extraídas dos questionários que foram aplicados junto a população localizada em área de risco na Vila Schirmer, no

município de Santa Maria/RS. Dessa maneira os procedimentos técnicos e metodológicos aplicados e desenvolvidos nesta pesquisa foram realizados em duas etapas: gabinete e campo.

a) **Etapas de Gabinete:** Para dar início a essa etapa, realizou-se a leitura do PMRR (Plano Municipal de Redução de Riscos) de Santa Maria, RS procurando compreender a metodologia utilizada para o mapeamento de risco e conhecer o zoneamento de risco elaborado para o Bairro João Goulart. A seguir foi realizada uma revisão bibliográfica voltada para a temática de risco buscando compreender os principais conceitos (risco, perigo, desastres naturais e vulnerabilidade) classificações e eventos causadores.

Utilizando como base os resultados do PMRR (2006) para a Vila Schirmer foi realizada uma visita a campo para reconhecimento da área e identificação do risco apontado no relatório citado anteriormente. Considerando que já se passaram nove anos da elaboração do PMRR e avaliando a condição atual da Vila Schirmer, foi necessário atualizar o zoneamento de risco.

Já tendo feito o reconhecimento da área, ainda na etapa de gabinete foi elaborado um questionário semiestruturado com 27 perguntas organizadas em blocos de forma a contemplar as componentes sócio urbanas, sócio estruturais e sócio culturais de Ribeiro (1995), utilizadas para avaliação da vulnerabilidade da população em risco. O quadro 1 mostra as componentes e as perguntas relacionadas a cada uma das variáveis que foram trabalhadas nesta pesquisa.

Quadro 1: Variáveis utilizadas na pesquisa

COMPONENTES SÓCIOURBANAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casa do tipo (alvenaria, madeira, mista e material alternativo);</li> <li>- Número de pavimentos da casa</li> <li>- Estrutura da rua (asfaltada, de paralelepípedo, de terra;</li> <li>- Condições da área (com risco de deslizamento, com risco de inundação, com lixo próximo a casa, esgoto céu aberto).</li> </ul>
COMPONENTES SÓCIOESTRUTURAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sexo;</li> <li>- Idade;</li> <li>- Escolaridade e</li> <li>- Cor da pele,</li> <li>-Número de pessoas que moram na residência</li> </ul>
COMPONENTES SÓCIOCULTURAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parentes morando no bairro;</li> <li>- Quando ocorreram deslizamentos ou inundações procurou abrigo onde;</li> <li>- Benefícios do governo;</li> <li>- Locais que frequenta;</li> <li>- Participação em entidades associativas;</li> <li>- Frequência de atividades como: conversar com vizinhos sobre a localidade, reuniões municipais, solicitação de favores a vizinhos e conversar com vizinhos sobre questões do dia a dia.</li> </ul>

Fonte: Ribeiro, 1995.

Organização: Cardias, M.E. M

b) **Etapa de Campo:** cada moradia que se encontrava dentro do zoneamento pré-estabelecido pelo PMRR foi georreferenciada recebendo uma numeração. Cada moradia foi avaliada em relação ao tipo de risco, condições da moradia, posição em relação ao rio e a encosta, etc. Desta forma, apresentamos neste artigo uma das áreas de risco da Vila Schimer denominada de Setor 1, que compreende parte das residências localizadas na rua João Lenz, bem como aquelas localizadas às margens do Rio Vacacaí Mirim. Com a indicação dos moradores, coletou-se as coordenadas dos pontos que identificam as cotas das inundações que já ocorreram na região, isto é, a delimitação dos níveis máximos de abrangência das águas do rio Vacacaí Mirim, em períodos de chuvas intensas. Estas coordenadas auxiliaram na atualização do mapeamento de risco.

Foram identificadas 15 moradias de risco neste setor, logo, de posse das localizações exatas de cada residência foram aplicados os questionários. Durante a etapa de campo, concomitante à coleta de pontos de coordenadas geográficas, realizou-se o levantamento fotográfico dos aspectos naturais e dos padrões construtivos das residências, a fim de auxiliar na classificação e identificação de risco que cada uma está ou não propensa.

## 5. Resultados

O Setor 1 (figura 2) compreende parte das residências localizadas na rua João Lenz (cota de inundação), bem como aquelas localizadas às margens do Rio Vacacaí Mirim. Neste Setor foram mapeadas 11 residências em risco de inundação no ano de 2006, em 2015 além destas moradias foram identificadas mais 4 junto ao Rio Vacacaí-Mirim consideradas de alto risco devido a sua proximidade da margem do rio e a alta vulnerabilidade indicada pelo baixo padrão construtivo.

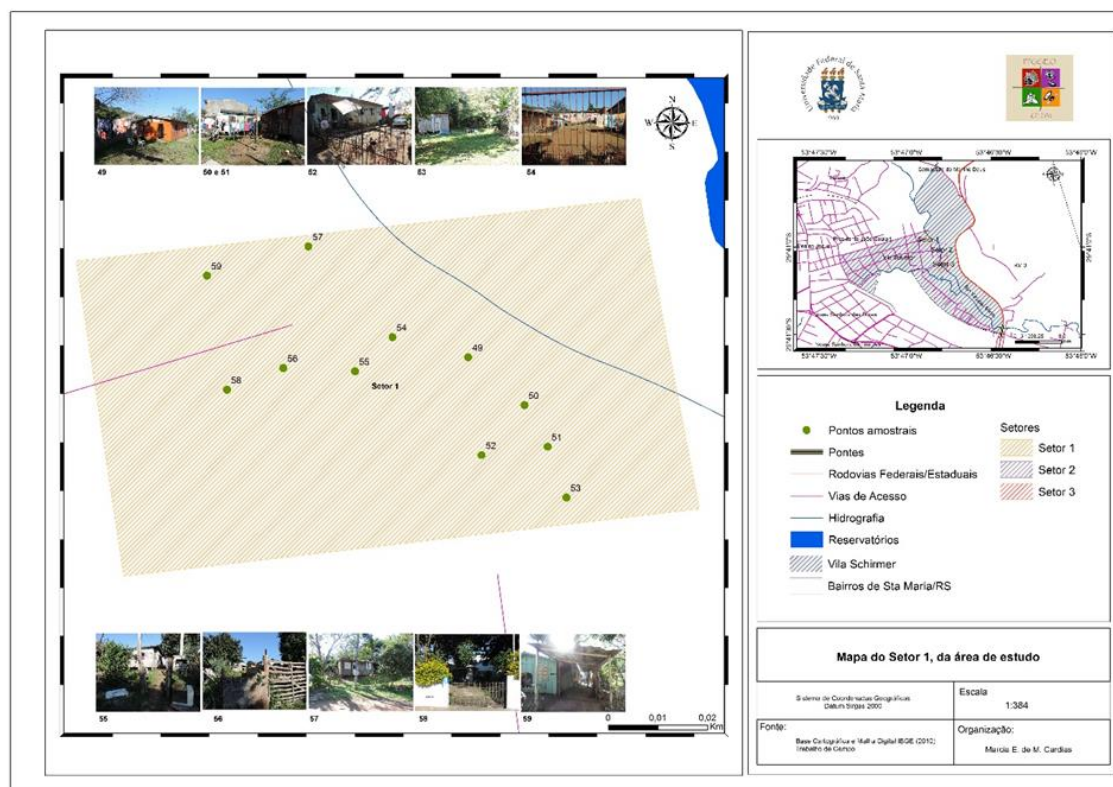


Figura 2 - Localização das residências em risco, do setor 1

De acordo com os questionários aplicados junto à população desse setor, a análise dos mesmos, indica 100% de risco à ocorrência de inundações, ou seja, um alto risco. Indica ainda a média-baixa probabilidade de ocorrência de deslizamentos de terra atingindo um percentual de 15,4% nesses casos. Identificou-se também o grande nível de poluição ambiental, visto que não há tratamento de esgoto doméstico em nenhuma das residências, assim como a elevada porcentagem (38,5%) de presença de lixo descartado a céu aberto, próximo as residências.

Referente às inundações que ocorrem no local, 70% da população busca abrigo nas residências de parentes, sendo que apenas 20% recorrem aos vizinhos e 10% necessitam ir para abrigos públicos. Considerando a percepção e opinião dos entrevistados em relação ao Rio Vacacaí Mirim, mais de 45% do rol de amostras, aprova a despoluição do rio, e aproximadamente 25% diz-se favorável à recuperação do curso d'água para fins de lazer.

Todos os entrevistados declararam possuir um rio próximo as suas residências, que não utilizam as águas do rio para nenhum tipo de atividade. Durante as inundações do rio 84,6% dos entrevistados preocupam-se com contaminação por doenças, seguidos de 7,7% que possuem medo que suas casas sejam alvo de saques. Na opinião de 92,3% dos entrevistados o rio está em péssimas condições e para 7,7% o rio está em condições regulares. Da necessidade de deixar a casa em dias de inundação do rio 53,8% declaram que nunca foi necessário e 46,2% declaram ter sido necessário.



Ao serem questionados levando em consideração o histórico de inundações, se tivessem a oportunidade de morar em outro local se os mesmos mudariam 69,2% respondeu que sim, que mudaria e 30,8% disse que não mudaria de lugar.

Em relação ao perfil da população do setor 1, tem-se que a mesma é composta por uma população masculina de 61,38% e por uma população feminina de 38,68%; sendo etnicamente constituída por 40% dos indivíduos de etnia caucasiana, 20% de afrodescendentes, e o demais 40% distribuídos entre etnias mesclada (pardo, moreno, e moreno claro).

Essa população é considerada jovem, 85,86% está concentrada nas faixas etárias entre <10 a <40 anos de idade. A distribuição de habitantes por residência é em média é de 5 pessoas por residência. O que se pode conduzir a informação de que se trata do predomínio de famílias de pais jovens com pelo menos de 2 a 3 filhos.

Quanto ao grau de instrução, 40% não possui o ensino fundamental completo, e cerca de 18% da população não é escolarizada. Isso, no entanto, pode ser reflexo do perfil jovem da população residente nesse setor, com grande número de crianças e adolescentes (45% da população). No que se refere a ocupação 46,2%, tem como ocupação serviços com remuneração comprovada por meio de carteira de trabalho assinada, seguido do número expressivo de aposentados 23,1%. No quadro 2 são apresentados o perfil econômico da população do setor 1. Em geral, pode-se afirmar que se trata de uma população de classe baixa à média-baixa, com recursos financeiros limitados.

Quadro 2- Situação financeira das residências do setor 1

Principal fonte de renda	Porcentagem
Comércio	23,1%
Serviços	69,3%
Pensionista	07,7%
Nº de contribuintes no rendimento familiar	Porcentagem
1 pessoa	38,5%
2 pessoas	46,2%
3 pessoas	15,4%
Renda Mensal (salários mínimos)	Porcentagem
Até 1 salário	15,4%
Até 2 salários	53,80%
De 2 a 3 salários	30,80%

Fonte: Questionários aplicados durante a pesquisa

Ainda tecendo o perfil da população do setor 1, pode-se afirmar que 53,8% sempre residiu no bairro Presidente João Goulart. Esta população considera o bairro um local que possui fácil acesso aos serviços básicos tais como: escola, centro, shoppings, bancos, etc..., além de ser é um bairro seguro e tranquilo.

Todos entrevistados consideram que as condições de vida no bairro, seriam melhores se houvesse aperfeiçoamento da infraestrutura do mesmo, através de melhor iluminação pública,

calçamento das ruas, postos de saúde com melhores condições, e cuidados com o meio ambiente. Considerando a opinião da população sobre o bairro, dentre os pontos negativos em residir no local, estão os problemas com infraestrutura (46,2%), e os problemas decorrentes da poluição ambiental, ou seja, inundações e escorregamentos (30,8%).

Seguindo os padrões de análise econômica, quanto ao perfil dos tipos de residências, quanto a sua infraestrutura e abastecimentos observou-se um padrão médio-simples, das infraestruturas, com predomínio de casas de madeira, (53,8%), com um pavimento e média de 4 a 6 cômodos; sendo, porém, 84,6% residências próprias.

## 6. Conclusão

A população do setor de risco da Vila Schirmer tem uma rede de sociabilidade “fraca” e como consequência tem pouco apoio de seus pares, às vezes sendo mais comum receber ajuda de pessoas fora do bairro. Da mesma forma tem baixa participação em entidades e associações que poderia possibilitar a sua participação nos processos decisórios em relação às comunidades de risco.

Para que efetivamente os mapeamentos de risco sejam colocados em prática é preciso que junto com a técnica seja contemplado o social que envolve condições e locais de trabalho, rede de sociabilidade e relações com vizinhança, participação política muito pequena nos processos decisórios, condições econômicas de famílias numerosas e de baixa renda com altos índices de dependentes que influenciam inclusive nos materiais utilizados para as construções das casas, relações entre moradores antigos e novos, que pode interferir na escolha do local onde as residências serão construídas, redes de sociabilidade e apoio de vizinhança em caso de desastres, migrações de parentes e reprodução social de famílias que ampliam o número de moradores em áreas de risco.

O que se percebeu neste estudo foi o distanciamento entre a visão estatal, baseada exclusivamente nos aspectos técnicos dos desastres e as experiências vividas, sócio culturais dos moradores de áreas de risco.

## 7. Bibliografia

- Bazzan, T; Robaina, I. E. S; Pires, C. A. F. (2006) *Mapeamento de unidades geológico-geomorfológicas da bacia hidrográfica do arroio curuçu-RS*. Anais VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia, Brasil.
- Celso S. C., E. S. de M. e A. T. (2007) – *IPT mapeamento de riscos em encostas e margem de rios*—Brasília: Ministério das Cidades.
- Castro, A. L. C. (1998) *Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres*. 2 ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento/Departamento de Defesa Civil.
- Castro, A. L. C. (1999) *Manual para decretação de situação de emergência ou de estado de calamidade pública*. Vol. II, Brasília: Ministério da Integração Nacional.

- Castro, A. L. C. (2003) *Manual de desastres: desastres naturais*. Vol I Brasília: Ministério da Integração Nacional.
- CPRM – (2007) Serviço Geológico do Brasil. *Glossário geológico*. Rio de Janeiro.
- Denker, A. De F. M. (2000) *Métodos e técnicas de pesquisa em turismo*. São Paulo.
- Kobiyama, M. (2006). *Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos*. Curitiba
- Lavell, A. (1999) *Gestión de riesgos ambientales urbanos*. Facultad latinoamericana de ciencias sociales y la red de estudios sociales en prevención de desastres.
- Ribeiro, M.J. (1995) *Sociologia dos desastres: Sociologia, problemas e práticas*. Lisboa.
- Saito, S. M. (2011) *Desastres naturais e geotecnologias – vulnerabilidade, caderno didático nº6*. Instituto nacional de pesquisas espaciais – INPE. Ministério da ciência e tecnologia. Brasil.
- Wisner, B. (2003). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. 2 ed. Disponível em: <http://www.unisdr.org/eng/library/literature/7235.pdf> (visto em 09 de outubro de 2015).

## MAPEAMENTO DA RESERVA DA BIOSFERA DO CERRADO, POR MEIO DO ÍNDICE VANUI.

R. S. Takahashi <sup>(a)</sup>, M. T. Oliveira <sup>(b)</sup>, G. M. M. Baptista <sup>(c)</sup>

<sup>(a,b,c)</sup> Instituto de Geociências/IG, Universidade de Brasília – UnB  
ryans.takahashi@gmail.com  
marcelittera@gmail.com  
gmbaptista@unb.br

### Resumo

O cerrado é um bioma muito importante que ao longo dos anos está diminuindo. A UNESCO em 2000, com a necessidade da conservação, preservação e o uso sustentável dos recursos, criou a Reserva da Biosfera do Cerrado. A área delimitada possui 295.000,0 quilômetros quadrados, fazendo parte de cinco estados brasileiros, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Piauí e Tocantins. Com os dados de luz noturna e o NDVI, foi utilizado o índice VANUI para indicar as áreas urbanas, analisando o avanço das áreas ocupadas em relação à vegetação. Permitindo observar em 13 anos um crescimento aproximadamente de 1.345,8 quilômetros quadrados dentro da reserva.

**Palavras chave:** VANUI, NTL, NDVI, Cerrado, Reserva do Cerrado.

### 1. Introdução

A vegetação ao longo dos anos tem sofrido uma redução por diversos fatores tais como a expansão agropecuária, crescimento urbano e o desmatamento ilegal. Esse processo é definido como a supressão, cujo ato é a retirada da porção de vegetação de um determinado espaço, com o objetivo de usar a área anteriormente ocupada pela vegetação nativa para outros fins (UNESCO, 2002).

A UNESCO, em uma conferência sobre a Biosfera em Paris, criou o programa MaB (*Man and the Biosphere*), o qual visa entender os mecanismos da convivência do ser humano com o meio ambiente e suas interações. A partir desse programa foi criado o conceito de Reserva da Biosfera, as quais são consideradas áreas de ecossistemas terrestres e/ou marinhos importantes para conservação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2003).

Pela lei 9.985 de julho de 2000, a Unidade de Conservação – UC são espaços territoriais com características naturais relevantes e limites definidos pelo Poder Público. Essas áreas estão sob um regime especial de administração e fiscalização do ICMBio, que prezam a proteção da natureza em diferentes níveis, desde a preservação ao uso sustentável e a restauração e recuperação de ecossistemas degradados. (Ganem, 2010).

No Brasil, as Reservas da Biosfera foram instituídas pelo capítulo VI da lei 9985 de 18/07/2000, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC e ao total foram criadas sete reservas.

A Reserva da Biosfera no Brasil é constituída por zonas núcleo, destinadas à proteção integral da natureza (Unidades de Conservação); zonas tampão, onde são possíveis atividades que não resultem danos à área de núcleo; zonas de transição, que são áreas sem limites rígidos, cujo processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e de forma sustentável.

Observando as áreas tanto a de transição quanto a de tampão (amortecimento), são estabelecidas no entorno da zona de núcleo. A zona tampão tem como objetivo minimizar os impactos sobre a área de núcleo, promovendo a qualidade de vida da população da área. Na zona de transição, é uma região sem limite fixo, que serviu para conectar as áreas preservadas. Nesta zona se destina prioritariamente ao monitoramento e à educação ambiental, pois nessas áreas predominam usos e ocupação mais intensivos (urbanização, agricultura e indústrias).

O objetivo deste estudo é realizar uma avaliação multitemporal da Reserva da Biosfera do Cerrado nos anos de 2000 e 2013. O índice VANUI vai ser utilizado para analisar se essa área está sendo afetada pela supressão da vegetação, influenciada por algum fator antrópico, como o crescimento urbano, agropecuária, etc.

## **2. Área de Estudo**

A área de estudo é a Reserva da Biosfera do Cerrado, com uma área total de 296.500 Km<sup>2</sup> definido em três fases. A primeira fase da reserva se circunscrevia ao território do Distrito Federal em 1994. Em outubro de 2000 definiu a segunda fase, a área atingiu o estado do Goiás. A terceira fase foi instituída em setembro de 2001, estendendo ao tamanho final da reserva incluindo os estados do Maranhão, do Piauí e do Tocantins.

Ela está presente em diversas regiões, como o Distrito Federal e nos estados de Goiás, Maranhão, Piauí e Tocantins (contendo sua capital, Palmas, totalmente dentro da área da Reserva). O bioma predominantemente é o Cerrado, mas com a exploração agrícola e a pecuária extensiva está causando um forte impacto ambiental, isso apresenta uma grande perda da diversidade biológica. A implantação da Reserva da Biosfera tende a conservação dos remanescentes intocados do Cerrado, a recuperação de áreas alteradas e de corredores ecológicos degradados.

O clima é tropical úmido e seco ou de savana Aw de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação durante a estação das chuvas é normalmente inferior a 1.000 milímetros e apenas durante o verão. Possui também um período de inverno seco e prolongado.



Figura 1 – Reserva da Biosfera do Brasil (MAB - UNESCO).

### 3. DMSP/OLS – NTL, Sensor MODIS e o produto MOD13A3

Foram utilizados dados DMSP (*Defense Meteorological Satellite Program*), que é um programa de Satélites do Departamento de Defesa do governo dos Estados Unidos da América. Os satélites estão em uma órbita quase polar com uma altitude média de 830 km (Elvidge *et al.*, 2000). Sua forma de operação é de cobertura global a cada seis horas. Cada satélite passa em um ponto até duas vezes por dia e possui o período orbital de 101 minutos.

OLS (*Operational Linescan System*) que é o sistema operacional, cujo produto é o NTL (*NightTime Light*), são imagens globais noturnas e diurnas em duas faixas do espectro eletromagnético – visível e o infravermelho termal. Os dados NTL tem como característica a saturação dos focos de luz, principalmente na banda do termal, ampliando a área realmente ocupada pela mancha urbana.

O NTL, os quais foram obtidos anualmente (2000-2013) no site do *Nacional Geophysical Data Center* do NOAA (*National Oceanic Atmospheric Administration*). O produto de DMSP/OLS obtido é conhecido como *Average Lights x Pct* é livre de nuvens, com a resolução espacial de 1

km, assim como o produto do MODIS, sua projeção é WGS-84, abrangendo uma variação longitudinal de -180° a 180° e latitudinal de -65° a 75°. Este produto também detecta incêndios e uma quantidade variável de ruído de fundo.

Foram obtidos dados do sensor MODIS que está presente no satélite TERRA (EOS-AM), com bandas de resoluções espacial e espectral para uma cobertura global de um dia ou até dois (Justice et al. 2002). Os produtos MODIS de índice de vegetação geram dados para monitorar a atividade fotossintética da vegetação, podendo detectar mudanças biológicas quanto fisiológicas das plantas (Latorre et al., 2003).

O produto escolhido foi o MOD13A3, o qual contém dois tipos de índices, o NDVI que é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e o Índice de vegetação melhorada (EVI). O índice escolhido foi o primeiro, que é sensível a clorofila e possui 1 km de resolução espacial. Estes dados são fornecidos mensalmente, estão em grade três na projeção sinusoidal, já corrigidos, espacialmente reamostrados, com o produto previamente calculado (Huete et al., 1997). Adquiriu-se 336 cenas mensais dos dados MOD13A3, por meio do site *EarthExplorer* do USGS.

O índice NDVI tem como característica principal fazer as análises da cobertura vegetal. Foi desenvolvido em 1973 por Rouse e colaboradores, com a necessidade de fazer a análise espaciais para agricultura. Com essa nova ferramenta para a análise da agricultura, foi possível fornecer informações sobre o crescimento da vegetação nas pastagens, resultando na melhoria das atividades agrícolas. Para o cálculo do NDVI, utilizaram a seguinte fórmula:

$$NDVI = \frac{(R_{NIR} - R_{RED})}{(R_{NIR} + R_{RED})} \quad (1)$$

Onde:

$R_{NIR}$  = Banda do Infravermelho próximo (*Near Infrared*)

$R_{RED}$  = Banda do Vermelho

Por fim, foi obtido o arquivo *shapefile* do contorno da Reserva da Biosfera do Cerrado para melhor delimitação nas cenas do NDVI e do NTL. Foi feito o recorte do *shape* no ArcMap – 10.1.

#### 4. VANUI

Com o crescimento urbano e a expansão das cidades metropolitanas, resultaram em grandes mudanças na cobertura terrestre, onde a vegetação é a mais afetada. Esse crescimento também é necessário áreas tanto para moradia quanto para a produção de alimentos. Nos grandes centros urbanos, não há quase vegetação e com a grande quantidade de materiais que absorvem calor causa um aumento da temperatura local. A partir dessas informações será possível averiguar se é

positiva a relação do crescimento urbano com o tamanho da área que sofreu a supressão vegetal na Reserva da Biosfera do Cerrado nos anos de 2000 a 2013, utilizando o índice VANUI.

O índice VANUI (*Vegetation Adjusted NTL Urban Index*) foi proposto em 2013 por Zhang e colaboradores. A base deste índice é a integração dos dados NTL com os do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Os dados NDVI variam de -1 a 1, sendo que os valores negativos correspondem a áreas não fotossinteticamente ativas, enquanto que os valores positivos equivalem com a vegetação, que realiza fotossíntese. As áreas urbanas em imagens de baixa resolução não destacam a vegetação intraurbana e minimizam a saturação dos dados NTL (Baptista, 2015).

A fórmula que defini o VANUI de acordo com Zhang e colaboradores (2013) é:

$$\text{VANUI} = (1 - \text{NDVI}) * \text{NTL} \quad (2)$$

Com os dados NDVI negativos, isso está associado a locais como água ou solo exposto, os autores restringiram os valores considerando o intervalo de 0 a 1. Na primeira parte da equação é possível verificar a inversão do comportamento do NDVI, atribuindo os valores maiores para as áreas urbanas para excluir alvos como plantas. Ao utilizar o VANUI os valores positivos se situam dentro de grandes centros urbanos, enquanto as áreas não urbanas, não iluminadas e normalmente com áreas verdes, vão ser definidos por valores próximos de zero.

## 5. Metodologia

Os processamentos foram feitos todos no programa ENVI 5.3 (Classic). Como a Reserva da Biosfera do Cerrado ficou exatamente no centro de duas cenas do MODIS, a h13v09 e h13v10. O primeiro procedimento foi o *Mosaicking*, realizou também a reprojeção dos dados, transformando em *Geographic Lat/Long*, e *datum* WGS-84.

Após o mosaico, foi necessário abrir o *shapefile* para fazer o *Resize Data* a partir do contorno da reserva da Biosfera do Cerrado, assim, é possível trabalhar com uma área menor e dentro dos limites da reserva em questão. Utilizou o *Band Math* para adquirir a média anual do NDVI.

Como a imagem do NTL é global, o recorte para a área de interesse é necessário, portanto foi feito o *Resize Data* a partir do *shapefile*. Os dados do NTL não estão normalizados e para tal foi realizada a diferença do NTL por 63, dessa forma seria possível a utilização no VANUI.

Após determinar o VANUI pela segunda equação para cada ano, aplicou-se uma máscara para limitar a análise dos dados nas áreas de dentro do *shapefile* da Reserva da Biosfera do Cerrado. Para avaliação dos resultados o dado foi submetido ao Fatiamento por meio da ferramenta *Density*



*Slice* utilizando quatro classes. Foi possível avaliar os dados realizando o cálculo da área utilizando a ferramenta *Region of Interest (ROI Tool)*.

## 6. Resultados e Discussão

O principal fator observado foi o crescimento urbano sobre a área estudada. Após a verificação desse fator foi possível constatar que a mancha urbana está crescendo ao longo dos anos dentro da Reserva da Biosfera do Cerrado, podendo resultar na diminuição da vegetação nativa.

Na Reserva da Biosfera do Cerrado as áreas de núcleo tendem a não sofrer supressão na vegetação por atividade antrópica, pois elas são geridas por um órgão fiscalizador do governo federal que é o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Cabe também ao Instituto Chico Mendes monitorar o uso público e exploração econômica dos recursos naturais nas Unidades de Conservação - UCs onde for permitido, obedecendo às exigências legais e de sustentabilidade do meio ambiente.

De acordo com os resultados, se montou uma tabela com os valores da área ocupada em cada ano de 2000 até 2013. Na Tabela I, houve um acréscimo de 1.345,8 Km<sup>2</sup> de área ocupada dentro da reserva. Na Tabela II indica a porcentagem da área ocupada em relação a área total da reserva, nota-se que não passou de 1%.

Tabela I – Área total da mancha urbana na Reserva da Biosfera do Cerrado.

Ano	VANUI (Km <sup>2</sup> )
2000	1312,18
2001	1087,74
2002	1221,39
2003	993,59
2004	1222,23
2005	1112,11
2006	1334,03
2007	1591,25
2008	1466
2009	1344,12
2010	2352,84
2011	1970,36
2012	2596,61
2013	2657,98

Tabela II – Porcentagem da área ocupada em relação à área total da Reserva.

Ano	VANUI (%)
2000	0,44%
2001	0,37%
2002	0,41%
2003	0,34%
2004	0,41%
2005	0,38%
2006	0,45%
2007	0,54%
2008	0,49%
2009	0,45%
2010	0,79%
2011	0,66%
2012	0,88%
2013	0,90%

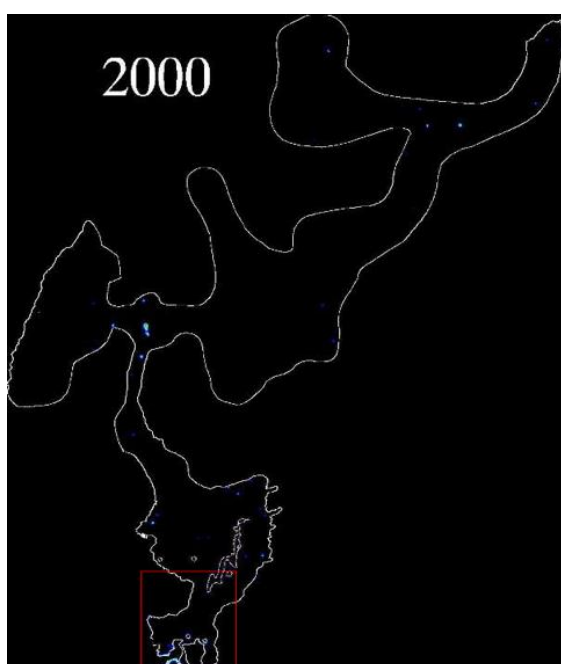


Figura 2 – Imagem do VANUI de 2000

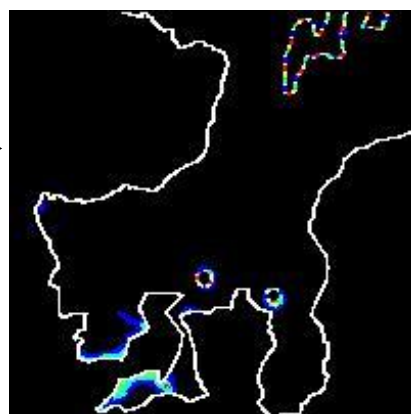


Figura 3 – Zoom do VANUI de 2000

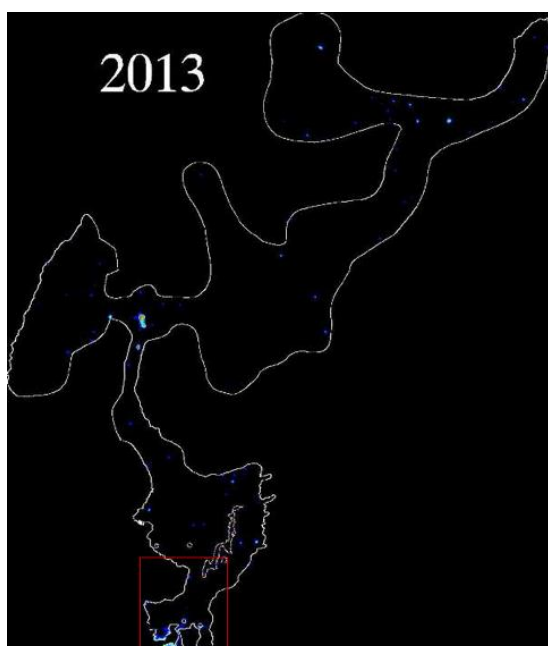


Figura 4 – Imagem VANUI de 2013

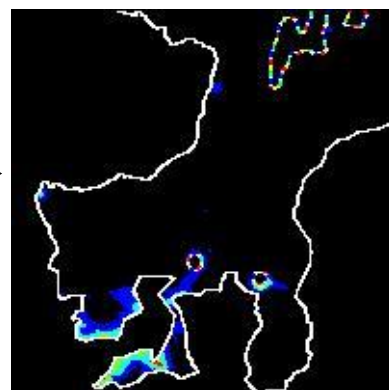


Figura 5 – Zoom do VANUI de 2013

Com os dados do índice VANUI foi possível verificar o crescimento das áreas urbanas, o qual pode ser utilizado em grandes centros ao comparar com as áreas de vegetação, possibilitando calcular a área ocupada pela mancha urbana dentro da Reserva (BAPTISTA, 2015).

Com a comparação entre a Figura 3 do ano de 2000 e a Figura 5 do ano de 2013, é permitido notar um crescimento urbano dentro da Reserva da Biosfera do Cerrado, na parte de cor ciano, existe uma concentração urbana maior.

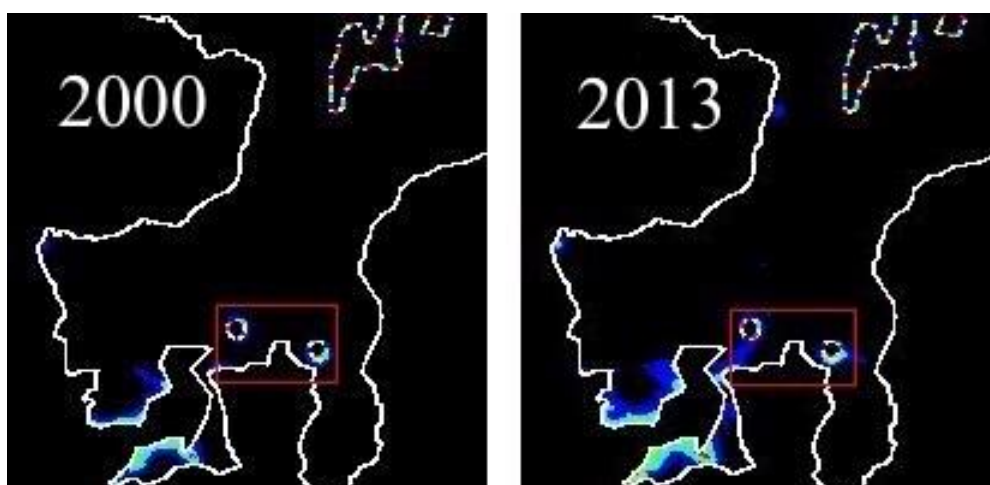


Figura 6 – Zoom do VANUI com as áreas destacadas.

Observando na Figura 6 duas circunferências que foram recortadas por estarem fora da delimitação da Reserva, mas pela localização são dois municípios do estado do Goiás, Planaltina

e Formosa, as quais resultam em um crescimento e conectividade urbana entre as cidades que ficam no limite ou até dentro da Reserva da Biosfera do Cerrado.

A partir da observação dos dados ao longo dos anos é possível informar que o índice VANUI consegue identificar e determinar as áreas urbanas. Nos estudos de Zhang et al. (2013) e Baptista (2015), esse índice foi utilizado somente para analisar as áreas urbanas tendo uma eficiência muito grande.

A média entre os valores da área onde o VANUI foi calculado, é possível ver que essa área foi crescendo do ano de 2000 até 2013. Com essa média é possível tirar alguns fatores como a temperatura e a umidade do ar, pois influencia nos valores de NDVI, podendo afetar, de alguma forma, no valor final do VANUI como mostra no gráfico da figura 7.

Um ponto a ser observado são as atividades do agronegócio, o cerrado contribui cerca de 25% do PIB total. Sendo que desses 25%, o setor das lavouras permanentes contribuiu com 34%, as lavouras temporárias 29% e com a pecuária nacional 30% (IBGE, 2008). Significa que esses dados não são possíveis diferenciar entre a área de vegetação ou a área da mancha urbana.

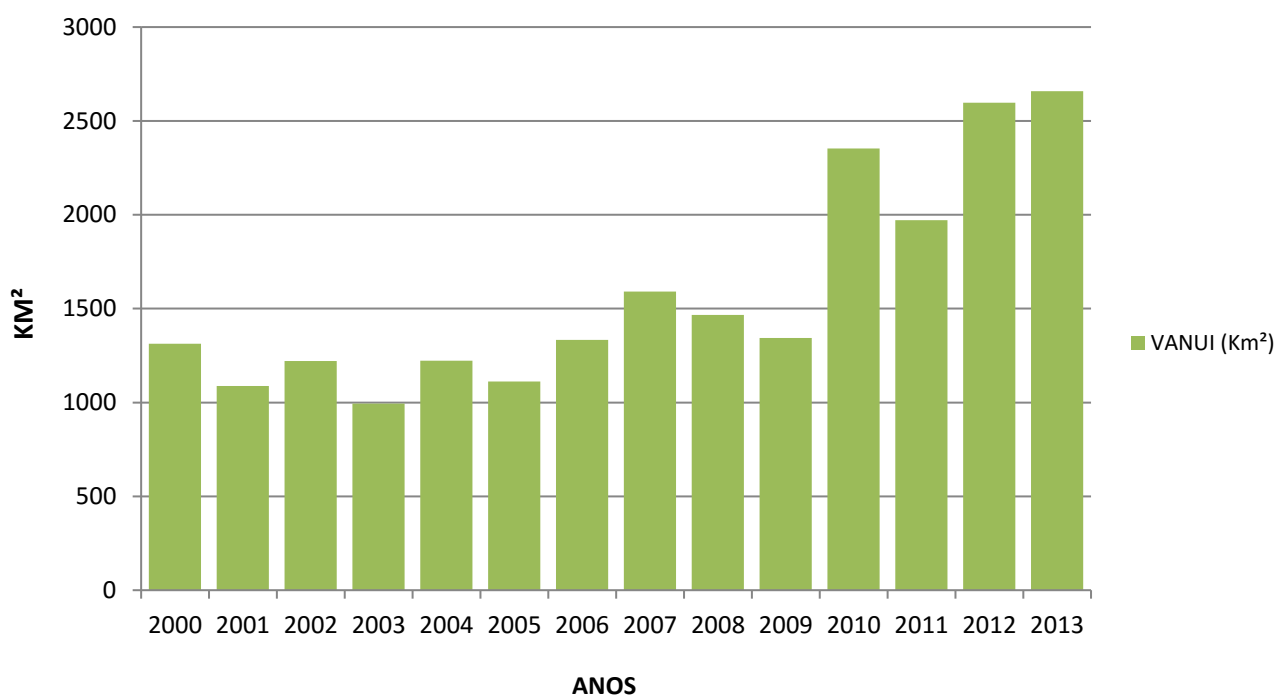


Figura 7 – Série VANUI – Reserva da Biosfera do Cerrado em Km² detalhado em cada ano.

## 7. Conclusão

Ao término do estudo, podemos observar que é possível a utilização do índice VANUI para analisar a supressão da vegetação em uma área grande de conservação e preservação delimitada. Pelo fato de que a área delimitada a maioria não é urbana, pode ter áreas de produção agrícola,

sendo difícil analisar as áreas que possuem a vegetação nativa com as que possuem outros tipos de vegetação. O índice VANUI é melhor ser utilizado para analisar o crescimento de grandes metrópoles.

Um ponto positivo observado foi que na área dos limites da reserva, onde ocorrem centros urbanos, foi possível identificar um crescimento da mancha urbana. Que ao longo dos 13 anos, a área urbana não passou de 1% da área total da Reserva como mostrado na Tabela II. O crescimento urbano pode ser apontado nos limites na delimitação da área ou em casos isolados, como cidade de Palmas, que já existia antes da criação do conceito de Reserva da Biosfera. Existem técnicas melhores para analisar essa supressão, como utilizar os dados de NDVI separadamente, dando um foco melhor para a vegetação. A Reserva da Biosfera do Cerrado, por ser uma área que é destinada a conservação e a preservação, dentro dela não é possível definir as áreas destinadas a agropecuária, pois ao longo dos anos essa atividade vem crescendo bastante.

## 8. Bibliografia

- Baptista, G. M. M. (2015). *Geração de Cenários de Crescimento da Mancha Urbana da Área Metropolitana de Brasília por meio da Serie Histórica DMSP-OLS de Dados de Luz Noturna*. Monografia (Especialização em Inteligência de Futuro) – Núcleo do Futuro, Universidade de Brasília, Brasília – DF.
- Elvidge, C. D., Imhoff, M. L., Baugh, K. E., Hobson, V. R., Nelson, I., Dietz, J. B. (2000). Nighttime Lights of the World: 1994-95. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 56, Issue 2, Pages 81-99.
- Ganem, R. S. (2010). Gestão integrada da biodiversidade: corredores, mosaicos e reservas da biosfera. In: Ganem, R. S. (org.). *Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas*. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, p. 387 - 414.
- Huete, A.; Justice, C.; van Leeuwen, W. (1999). MODIS vegetation index (MOD13) algorithm theoretical basis document. Versão 3, p. 1-142. Disponível em: [http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd\\_mod13.pdf](http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf) [Acedido em 28 de abril de 2016]
- IBGE (2008). Produto Interno Bruto dos Municípios 2004-2008. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2004\\_2008/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2004_2008/default.shtm). [Acedido em 25 de abril de 2016].
- Justice, C. O., Townshend, J. R. G., Vermote, E. F., Masuoka, E., Wolfe, R.E., Saleous, N., Roy, D. P., Morisette, J. T. (2002). An overview of MODIS Land data processing and product status. *Remote Sensing of Environment* 83: 3 –15.
- Kampel, S. A., Câmara, G., Monteiro, A. M. (2001). Sensoriamento Remoto na detecção de atividades humanas na Amazônia – Explorando imagens noturnas DMSP/OLS. *Relatório Técnico*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Disponível em [http://www.dpi.inpe.br/geopro/modelagem/relatorio\\_dmsp\\_amazonia.pdf](http://www.dpi.inpe.br/geopro/modelagem/relatorio_dmsp_amazonia.pdf) [Acedido em 27 de março de 2016].
- Latorre, M. L., Anderson, L. O., Shimabukuro, Y. E., Carvalho Júnior, O. A. (2003). Sensor MODIS: Características Gerais e Aplicações. *Espaço & Geografia*, v. 6, n.1, p. 91-121. Disponível em <http://repositorio.unb.br/handle/10482/11077> [Acedido em 26 de abril de 2016].
- NOAA (2016). Version 4 DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series. Disponível em: <http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>. [Acedido em 26 de abril de 2016].
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. (1973) Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In *Proceedings of the Third ERTS Symposium*; NASA SP-351; NASA: Washington, DC, USA, p. 309–317.

Silva, E. T. J. B. (2004). *Utilização dos índices de Vegetação do Sensor MODIS para Detecção de Desmatamentos no Cerrado: Investigação de Parâmetros e Estratégias*. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília.

UNESCO (2005). MAB Biosphere Reserves Directory. Disponível em <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=BRA+03&mode=all> [Acedido em 20 março de 2016].

UNESCO (2002). *Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço*. – 2.ed. – Brasília. Disponível em [http://unesdoc.unesco.org/Ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=131644&set=4ABE772F\\_3\\_43&gp=0&lin=1&ll=3](http://unesdoc.unesco.org/Ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=131644&set=4ABE772F_3_43&gp=0&lin=1&ll=3) [Acedido em 25 de abril de 2016].

UNESCO (2003). Subsídios ao zoneamento da APA Gama-Cabeça de Veado e Reserva da Biosfera do Cerrado: Caracterização e conflitos socioambientais. – Brasília, *MAB, Reserva da Biosfera do Cerrado*, 176p. Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001303/130301por.pdf> [Acedido em 25 de abril de 2016].

USGS (2016). Vegetation Indices Monthly L3 Global 1 Km. Disponível em: [https://lpdaac.usgs.gov/dataset\\_discovery/modis/modis\\_products\\_table/mod13a3](https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mod13a3) [Acedido em 25 de abril de 2016].

Zhang, Q., Seto, K. C. (2011). Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-temporal DMSP/OLS nighttime light data. *Remote Sensing of Environment*, 115, p. 2320–2329.

Zhang, Q., Schaaf, C., Seto, K. C. (2013). The Vegetation Adjusted NTL Urban Index: A new approach to reduce saturation and increase variation in nighttime luminosity. *Remote Sensing of Environment* 129, p. 32–41.



## MAPEAMENTO DA RESERVA DA BIOSFERA DO PANTANAL, POR MEIO DO ÍNDICE VANUI

M. T.Oliveira <sup>(a)</sup>, K. A. Ganem<sup>(b)</sup>, R. S. Takahashi<sup>(c)</sup>, G. M. M. Baptista<sup>(d)</sup>

<sup>(a,b,c,d)</sup> Instituto de Geociências/IG, Universidade de Brasília – UnB  
marcelittera@gmail.com  
khalilganem@hotmail.com  
ryans.takahashi@gmail.com  
gmbaptista@unb.br.

### Resumo

Reservas da Biosfera são áreas importantes para o desenvolvimento sustentável e conservação da biodiversidade. Visto a necessidade de preservação dessas áreas, em 2000 foi criada a Reserva da Biosfera do Pantanal, que está entre as maiores do mundo com aproximadamente 25 milhões de hectares. Por meio do índice VANUI, baseado em luz noturna balizado pela vegetação, foi possível o mapeamento de mudança de ocupação de áreas vegetadas pelo avanço das áreas urbanas, o qual impulsionou o presente trabalho, identificando um acréscimo de 33.670,80 hectares, ou seja, aproximadamente 337 km<sup>2</sup> de área ocupada dentro da reserva em 13 anos.

**Palavras chave:** VANUI, NTL, NDVI, Pantanal, Reserva da Biosfera

### 1. Introdução

Reservas da Biosfera são áreas de ecossistemas terrestres, costeiras ou marinhas que são o principal instrumento do Programa MaB (*Man and the Biosphere*), criado em 1971 como resultado da Conferência sobre a Biosfera realizada pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), em Paris (ICMBio, 2009). São compostas por zonas-núcleo, zonas de amortecimento e zonas de transição, cada uma com objetivos e características próprias. As zonas-núcleo possuem o objetivo de proteger paisagens, ecossistemas e espécies, não sendo permitidas atividades econômico-produtivas, apenas atividades de pesquisa, monitoramento e, eventualmente, manejo sustentável de recursos naturais por comunidades tradicionais. As zonas de amortecimento são aquelas que ficam ao redor das zonas-núcleo, servindo como um cinturão protetor. As zonas de transição, por sua vez, são áreas que circundam as zonas de amortecimento, onde são desenvolvidas atividades produtivas. Podem ser áreas rurais e centros urbanos (RBMA, 2016).

O Pantanal é a maior planície alagável do mundo e apresenta uma das maiores concentrações de vida silvestre da Terra. Seus solos são arenosos e pobres, em sua maioria, com algumas manchas de solos argilosos e calcários. O clima da região é caracterizado por uma estação seca e fria entre maio e setembro e uma chuvosa e quente entre outubro e abril, sendo importante destacar que



apesar da alternância do regime hidrológico na região, a cheia não ocorre de forma homogênea em toda a planície pantaneira (Cruz, 2010).

A NASA (Agência Espacial Norte Americana) mantém um programa de longa duração de pesquisas de observação da superfície terrestre, oceanos e atmosfera, e suas interações, incluídas nas medições do *Earth Observing System* (EOS), cujo projeto inclui o lançamento de diversos satélites, sendo o primeiro, o satélite TERRA, lançado em dezembro de 1999, começando a coletar dados em fevereiro de 2000, e o segundo, AQUA, lançado em maio de 2002. O principal instrumento desenvolvido para estes satélites foi o MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), por apresentar, segundo Barker *et al.* (1992), características tais como ampla cobertura espacial e espectral, continuidade no registro de medidas em regiões espectrais mais finas, que as disponíveis em outros sistemas sensores até o momento, vindo a complementar estas informações, além de ser a primeira ferramenta dos satélites EOS na condução das pesquisas de mudanças globais.

O principal objetivo deste trabalho é realizar uma avaliação multitemporal da Reserva da Biosfera do Pantanal entre os anos 2000 e 2013 por meio da utilização do índice VANUI, cuja aplicação requer o uso do índice de vegetação por diferença normalizada – NDVI, assim como dados de luz noturna (NTL) do satélite DMPS. O intervalo temporal definido para o desenvolvimento deste trabalho justifica-se em função, primeiramente, da data de criação da Reserva, que se deu em 2000, e, em seguida, devido ao fato de 2013 ser o ano mais recente com dados de luz noturna disponibilizados.

## 2. Área de Estudo

Em novembro de 2000, a UNESCO decretou a criação da Reserva da Biosfera do Pantanal, que está entre as maiores reservas do mundo, abrangendo os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e pequena parcela de Goiás. Seu território corresponde a uma área de cerca de 25 milhões de hectares, sendo 664 mil hectares o correspondente ao núcleo de reserva, 5 milhões de hectares correspondendo à zona de amortecimento e 19 milhões de hectares às áreas de transição (UNESCO, 2005). Cobre a região de abrangência do Pantanal Mato-Grossense, além de áreas de influência das cabeceiras dos rios que estruturam o sistema hídrico da planície pantaneira (Governo do Mato Grosso do Sul, 2008).

O clima com características tropicais continentais, enquadrando-se no tipo Aw de acordo com a classificação de Köppen, é predominante na região (Soriano, 2002), com temperaturas médias anuais do ar de 25,5°C e nos meses de verão, de dezembro a fevereiro, de 32°C e durante o inverno, tornando-se muito mais frio e seco na faixa de 20°C. A média da precipitação anual da planície alagável está entre 1000 e 1400 mm, com picos máximos em janeiro e mínimos em julho. A

precipitação varia durante o ano, causando um ciclo regular de seca e cheia, o que torna o Pantanal um ecossistema único.

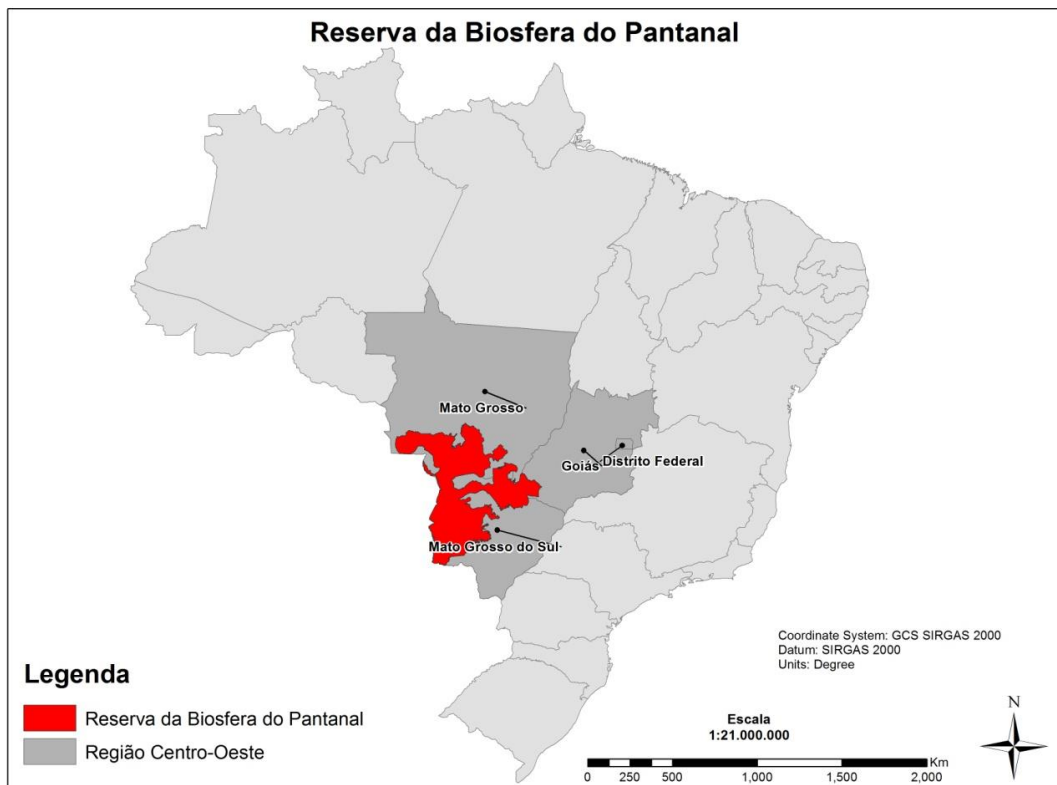


Figura 1. Reserva da Biosfera do Pantanal.

### 3. Sensor MODIS e produto MOD13A3

O sensor MODIS consiste em um dos cinco instrumentos a bordo do satélite TERRA (EOS-AM), com bandas de resolução espectral e espacial selecionadas para estes objetivos e uma cobertura global quase diária (a cada 1-2 dias) (Justice *et al.*, 2002). O MODIS possui 36 bandas espectrais que abrangem o intervalo de 0,4 a 14,4  $\mu\text{m}$  do espectro, e apresenta duas bandas com resolução de 250 m, outras cinco bandas com resolução de 500 m e as demais 29 bandas com 1 km.

Os produtos MODIS de índices de vegetação fornecem comparações consistentes de dados temporais e espaciais das condições da vegetação global, para monitorar a atividade fotossintética da vegetação em suporte a detecção de mudança e interpretações biofísicas e da fenologia (Latorre *et al.*, 2003). Nesse contexto surge o produto MOD13, que possui dois índices de vegetação, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e o Índice de Vegetação Melhorado (EVI). Enquanto o primeiro é sensível à clorofila, o segundo é mais sensível a variações nas respostas estruturais do dossel, incluindo o índice de área foliar, a fisionomia da planta e a arquitetura do dossel (Huete *et al.*, 2002).

O MOD13A3, de acordo com informações fornecidas pelo USGS (*United States Geological Survey*, 2016), possui dados globais que são fornecidos mensalmente com a resolução espacial de 1 km como um produto em grade nível 3 na projeção senoidal – neste nível os produtos são espacialmente reamostrados e temporariamente compostos para produzir uma simples estimativa das variáveis geofísicas para cada grade de localização. As escalas de tempo dos produtos destes níveis variam de um simples dia a um ano inteiro.

Ainda de acordo com o USGS (2016), ao gerar esse dado mensal o algoritmo processa várias composições de 16 dias (MOD13A2), também com resolução espacial de 1 km, para produzir a média mensal, por meio da realização de uma média ponderada temporal, caso os dados estejam livres da cobertura de nuvens, ou num valor máximo no caso de presença de nuvens.

#### **4. DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) e NTL**

O Programa de Satélite de Defesa Meteorológico (*Defense Meteorological Satellite Program - DMSP*) é um programa do Departamento de Defesa Norte Americano, administrado pelo *Air Force Space and Missile Systems Center* (SMC), que projeta, constrói, lança e mantém vários satélites para monitoramento de meteorologia, oceanografia e ambientes físicos terrestres e solares. Os satélites do programa DMSP tem órbita quase polar, sol-síncrona com altitude de aproximadamente 830 km (Elvidge *et al.*, 2000). Cada satélite passa até duas vezes por dia sobre um mesmo ponto da superfície terrestre, e possui período orbital de 101 minutos, proporcionando cobertura global a cada 6 horas. Os dados dos satélites DMSP são enviados diariamente para o *National Geophysical Data Center* (NGDC), *Solar Terrestrial Physics Division* (STPD) para processamento e geração de produtos.

O sistema *Operational Linescan System* (OLS) adquire imagens globais noturnas e diurnas em duas faixas do espectro eletromagnético - visível e infravermelho termal. A banda do espectro visível (0,4 a 1,1  $\mu\text{m}$ ) deste sensor abrange a porção do infravermelho próximo (0,5 - 0,9  $\mu\text{m}$ ), e para fins de previsão meteorológica, um tubo fotomultiplicador (PMT) aumenta sua sensibilidade em quatro vezes. Este fato traz como consequência adicional a capacidade de detectar fontes emissoras “fracas” de infravermelho próximo, como por exemplo, luzes das cidades, chamas de gás e fogo.

O OLS gera imagens que compreendem aproximadamente 3000 km da superfície, com duas resoluções espaciais possíveis: a resolução plena e a reamostrada. O dado de resolução plena, também chamado de "*fine*", apresenta 0,56 km de resolução espacial nominal, enquanto que o dado reamostrado, ou "*smooth*", de resolução nominal de 2,8 km, é resultado da gravação da média de blocos de 5x5 pixels a bordo do satélite (Doll, 2008).

O processo de geração de uma imagem de luz noturna DMSP/OLS envolve a detecção, feita através da determinação de limiares, e o georreferenciamento das fontes emissoras de infravermelho próximo e de nuvens, a partir de uma série de imagens OLS noturnas. Salienta-se que a imagem noturna do satélite é adquirida aproximadamente entre 20:30 e 21:30 horas, horário local (Kampel *et al.*, 2001).

De acordo com o *National Centers for Environmental Information* - NOAA (2016), o produto de luzes noturnas conhecido como *Average Lights X Pct*, utilizado neste trabalho, é derivado da média dos números digitais das bandas do visível, livres da cobertura de nuvens, multiplicado pela frequência percentual da detecção de luz. A inclusão da frequência percentual normaliza os valores digitais resultantes da persistência de iluminação. Por exemplo, o valor para uma luz detectada apenas na metade do tempo é reduzido em 50%. É importante destacar que esse produto contém detecções de incêndios assim como apresenta uma quantidade considerável de ruído de fundo.

## 5. Índices Espectrais

### 5.1. NDVI

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é o índice de vegetação mais utilizado e validado no mundo, principalmente em análises multitemporais e sazonais visando a comparação da cobertura vegetal. Esse índice foi desenvolvido por Rouse e colaboradores em 1973 frente à necessidade crescente da época em análises espaciais principalmente na agricultura. Na época, propuseram a utilização das bandas 5 e 7 (banda do vermelho e infravermelho) de dados ERTS-1 (Landsat 1) para a quantificação das condições vegetais como biomassa verde e quantidade de umidade no intuito de monitorar o “efeito de onda verde” (*green wave effect*), o qual se tratava do avanço primaveril e retro gradação da vegetação natural (ROUSE *et al.*, 1973). Com isso foi possível fornecer informações sobre a condição do crescimento da vegetação de pastagens regionais para o manejo de pastagens e atividades agrícolas no geral do *Great Plains* (projeto norte americano de extensiva produção agrícola e pecuária). Para o cálculo do índice utiliza-se a fórmula a seguir:

$$NDVI = \frac{(R_{NIR} - R_{Red})}{(R_{NIR} + R_{Red})} \quad (1)$$

Onde:

$R_{NIR}$  = Banda do infravermelho próximo (*Near Infrared*).

$R_{RED}$  = Banda do vermelho.

## 5.2. VANUI

O VANUI (*Vegetation Adjusted NTL Urban Index*), proposto por Zhang *et al.* (2013), baseia-se na correlação inversa entre vegetação e superfícies urbanas. Isso ocorre devido ao fato de na maioria dos países industrializados ou economias emergentes, o processo de urbanização resultar em grandes mudanças na cobertura da terra, onde a vegetação natural abre espaço para a predominância de áreas construídas.

Os centros das áreas urbanas, também conhecidos como *Central Business Districts*, geralmente são caracterizados pela elevada densidade de edificações aliada a baixa presença de vegetação. O efeito das ilhas de calor urbanas, cuja temperatura nos centros urbanos é maior do que no seu entorno, acaba também sendo uma consequência da ausência de vegetação e da alta concentração de materiais absorvedores de calor na paisagem urbana.

A abordagem do VANUI envolve a integração dos dados NTL com os dados NDVI visando minimizar a saturação do NTL. A lógica empregada no desenvolvimento desse índice, de acordo com Baptista (2015), é bastante interessante, pois, nas imagens de NDVI os valores variam de -1 a 1, sendo valores negativos correspondentes às áreas não fotossinteticamente ativas. Já as positivas correspondem à vegetação que realiza fotossíntese. As áreas urbanas em imagens de baixa resolução não destacam vegetação intraurbana e minimizam a saturação dos dados NTL.

Zhang *et al.* (2013) definem o VANUI por meio da seguinte equação:

$$\text{VANUI} = (1 - \text{NDVI}) * \text{NTL} \quad (2)$$

É importante destacar que os valores NDVI utilizados na equação são derivados do sensor MODIS e, uma vez que os valores negativos dos dados NDVI são geralmente associados a alvos como água e solo exposto, os autores restringiram os valores do NDVI considerando o intervalo de 0 a 1. A expressão  $(1 - \text{NDVI})$  inverte o comportamento do NDVI, atribuindo valores maiores para as áreas urbanas centrais do que para o seu entorno, justamente por excluir alvos vegetais.

Com isso, ao se utilizar o índice VANUI espera-se obter valores positivos próximos a um para as áreas urbanas centrais enquanto que para áreas não urbanas, não iluminadas e normalmente com grande abundância de áreas verdes, esperam-se valores do índice próximos à zero. Além disso, é esperado que áreas periurbanas apresentem valores VANUI menores que o núcleo urbano.

## 6. Material e Métodos

O produto escolhido para a análise do NDVI foi o MOD13A3 do sensor MODIS, cenas h12v10, h12v11 e h13v10 dos anos de 2000 a 2013. Para a luz noturna utilizou-se o produto *Average Lights x Pct* NTL do DMSP também do período de 2000 a 2013.

Foi realizado o mosaico dessas cenas, as quais foram reprojatadas e redimensionadas. O produto MOD13A3 contém imagens mensais, então foi realizada a média anual do NDVI devido ao fato do NTL apresentar dados anuais, por fim foi aplicada uma máscara para os limites da reserva. Os dados NTL também foram redimensionados e a normalização se deu pela divisão da imagem por 63, dessa forma seria possível a utilização no VANUI.

No total foram 465 imagens do MODIS no período de fevereiro de 2000 a dezembro de 2013 utilizadas e após o processamento esses dados foram reduzidos a 13 imagens em média anual do NDVI de cada ano. Com os dados do MODIS e do NTL processados foi aplicado o VANUI de acordo com a Equação 2.

A avaliação dos resultados se deu primeiramente pelo fatiamento utilizando 4 classes com intervalo de 0 a 0.5, após, trabalhou-se com o cálculo de área desses focos identificados. Todo o processamento foi realizado no *software* ENVI 5.1 por meio das ferramentas *Mosaicking*, *Resize Data*, *Band Math*, *Density Slice* e *ROI Tool*.

## 7. Resultados e Discussão

Como resultado foram obtidas 13 imagens com o índice VANUI e classificadas por meio do fatiamento da Reserva da Biosfera do Pantanal. Apesar da pouca mudança visual observada nos 13 anos de estudo da ocupação da reserva, fato este devido também à resolução espacial (pixel de 1 km), a área desses focos foi calculada e mostra um padrão de crescimento.

Tabela 1 - Valores de área ocupada em hectares e quilômetros quadrados no intervalo de 2000 a 2013.

Ano	Área (hectares)	Área (km <sup>2</sup> )
2000	59.718,029	~ 597
2001	59.612,146	~ 596
2002	50.294,439	~ 503
2003	36.211,996	~ 362
2004	53.153,281	~ 531
2005	47.012,065	~ 470
2006	59.294,497	~ 593
2007	65.435,712	~ 654
2008	64.800,414	~ 648
2009	63.529,818	~ 635
2010	95.842,142	~ 958
2011	80.682,869	~ 807
2012	89.577,043	~ 896
2013	93.388,832	~ 934

Como apresentado na Tabela 1, houve um acréscimo de 33.670,80 hectares, ou seja, aproximadamente 337 km<sup>2</sup> de área ocupada dentro da reserva em 13 anos.

A Figura 2 apresenta o resultado dos anos de 2000 e 2013 com ênfase numa porção central da reserva identificada como ocupação e seu respectivo crescimento de acordo com as imagens ampliadas.

Vários pontos devem ser considerados a partir desses resultados, Marcantonio e colaboradores (2015) salientam que o impacto da luz noturna artificial em ecossistemas circundados de ocupação urbana, inclusive implicações fisiológicas em humanos e ecológicas e evolutivas na população de plantas e animais, assim sendo, ao considerar uma área de reserva o impacto ao ecossistema pode ter efeitos negativos mesmo com presença mínima de luz artificial, a qual pode potencializar o efeito de fragmentação de habitat.

Baptista (2015) encontrou bons resultados na identificação de crescimento da mancha urbana utilizando o índice VANUI, o qual pode ter melhor aplicabilidade em grandes centros ao se comparar com áreas de reserva como o proposto neste trabalho, porém ainda assim pôde-se estimar o crescimento de áreas ocupadas mesmo dentro de uma Reserva Legal.

Os estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul tem grande potencial agrícola, fato este não considerado ao utilizar o VANUI, devido à resposta espectral de áreas plantadas apresentarem potencial fotossintético no NDVI e, apesar de se tratar de ocupação humana, não apresentar luz artificial para o dado NTL.

Pandey e colaboradores (2014) analisam a mudança de uso do solo por expansão agrícola utilizando dados MODIS e de censo agrícola, dessa forma há uma melhor precisão do resultado para este tipo de monitoramento. Outro ponto analisado pelos autores foi a proporção dessa expansão agrícola, a qual se deu em maior escala em cidades menores do que grandes centros, fato este que reforça a necessidade desse tipo de análise na Reserva da Biosfera do Pantanal, cujos arredores apresentam pequenas cidades em sua maioria.

Um novo produto de NTL foi lançado em 2013, o S-NPP VIIRS (*Suomi National Polar-orbiting Partnership's Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) NTL, o qual apresenta aperfeiçoamento de dados de luz noturna em relação ao DMSP-OLS (*Defense Meteorological Satellite Program's Operational Linescan System*) NTL, principalmente em relação à resolução espacial e radiométrica. Liang et al. (2016) comparou dados dos dois produtos para identificação de uso de aço em construções civis, e assim, determinar ocupação urbana em grandes centros tendo melhores resultados com o S-NPP VIIRS. Estudos da potencialidade do produto S-NPP VIIRS para mapeamento de áreas alagadas e de reserva ainda são necessários.

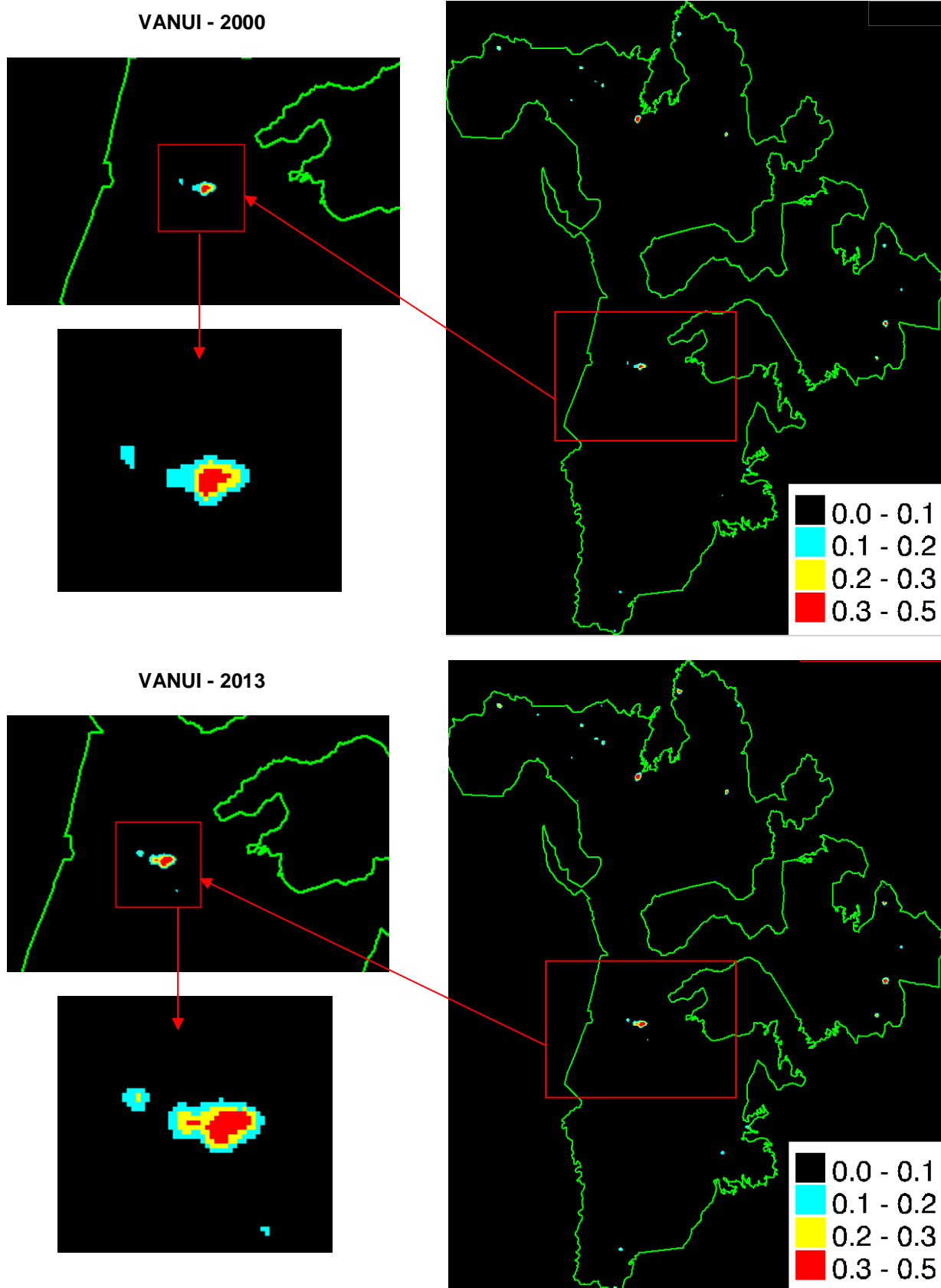


Figura 2. Comparação do VANUI no ano de 2000 e 2013 com *zoom* na área central ocupada da Reserva da Biosfera do Pantanal.



Na Tabela 1 observa-se variação notável entre os anos, de acréscimos e decréscimos de área apesar do crescimento proporcional ao longo dos 13 anos. Num estudo de Ma e colaboradores (2014), o qual analisavam superfícies impermeáveis, verificou que uma das limitações de seu trabalho eram os corpos d'água, cujo NDVI apresentava-se baixo, enquanto o NTL alto, fato este que corrobora com a situação das áreas alagadas do Pantanal. Um exemplo é o menor valor de aproximadamente 362 km<sup>2</sup> no ano de 2003, época de regime irregular das cheias e de grande seca nessa região (ECOIA, 2003).

## 8. Conclusão

A utilização de imagens de luz noturna para a identificação de adensamento urbano vem sendo utilizado com maior frequência nos últimos anos. Uma das limitações desse dado é devido à saturação da luz, a qual é reduzida ao utilizar índice de vegetação como proposto por Zhang (2013) no índice VANUI. Normalmente este índice é utilizado em grandes centros, porém este trabalho mostrou boa estimativa de ocupação em áreas de reserva como a Reserva da Biosfera do Pantanal e ainda um potencial mapeamento de áreas alagáveis devido ao comportamento da água (baixo NDVI e alto NTL), o qual é demonstrado na variação de acréscimo e decréscimo de área entre os anos. Apesar do mapeamento do crescimento da ocupação na reserva em 13 anos, áreas agrícolas não foram bem definidas utilizando esse índice, principalmente ao se estudar regiões como Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, os quais tem grande potencial agrícola e, portanto, grande expansão da ocupação humana.

## 9. Referências Bibliográficas

- Baptista, G. M. M. (2015) *Geração de Cenários de Crescimento da Mancha Urbana da Área Metropolitana de Brasília por meio da Serie Histórica DMSP-OLS de Dados de Luz Noturna*. Monografia (Especialização em Inteligência de Futuro) – Núcleo do Futuro, Universidade de Brasília, Brasília – DF.
- Barker, J.L., Harden, M.K., Anuta, E. A., Smid, J. E., Hought, D. (1992). *MODIS Spectral Sensitivity Study: Requirements and Characterization*. 84p.
- Cruz, L. (2010) *Biosfera*. Instituto de Matemática Pura e Aplicada - IMPA. Rio de Janeiro: setembro de 2010. Disponível em: <http://w3.impa.br/~lcruz/courses/pi/terrenos-biosfera.pdf>. [Acedido em 01 de maio de 2016].
- Doll, C. N. H. (2008). *CIESIN Thematic Guide to Night-time Light Remote Sensing and its Applications*. pages 1–41. 5, 7
- ECOIA (2003). *Cheia do Pantanal em 2003 está abaixo do normal*. Notícia publicada em 17/03/2003. Disponível: <http://riosvivos.org.br/a/Noticia/Cheia+do+Pantanal+em+2003+esta+abaixo+do+normal/4750>. [Acedido em 09 de maio de 2016].
- Elvidge, C. D., Imhoff, M. L., Baugh, K. E., Hobson, V. R., Nelson, I., Dietz, J. B. (2000). *Nighttime Lights of the World: 1994-95*. vii, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 24
- Governo do Mato Grosso do Sul. *Plano de Manejo do Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro*. Disponível em <http://www.servicos.ms.gov.br/imasuldownloads/PlanosdeManejo/planomanejoPEPRN.pdf>; 2008.

Huete, A.; Justice, C.; van Leeuwen, W. (1999) *MODIS vegetation index (MOD13) algorithm theoretical basis document*. Versão 3, p. 1-142. Disponível em: <[modis-land.gsfc.nasa.gov/pdfs/atbd\\_mod13.pdf](http://modis-land.gsfc.nasa.gov/pdfs/atbd_mod13.pdf)>. [Acedido em: 7 de maio de 2016].

ICMBio. *Plano de Manejo do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães – Encarte 1*. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/parnaquimaraes/images/stories/downloads/encarte\\_1\\_p1\\_a\\_7.pdf](http://www.icmbio.gov.br/parnaquimaraes/images/stories/downloads/encarte_1_p1_a_7.pdf). [Acedido em 02 de maio de 2016].

Justice, C. O., Townshend, J. R. G., Vermote, E. F., Masuoka, E., Wolfe, R.E., Saleous, N., Roy, D. P., Morisette, J. T. (2002). *An overview of MODIS Land data processing and product status*. Remote Sensing of Environment 83: 3 –15.

Kampel, S. A.; Câmara, G.; Monteiro, A. M (2001). *Sensoriamento Remoto na detecção de atividades humanas na Amazônia – Explorando imagens noturnas DMSP/OLS*. Relatório Técnico. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Latorre, M. L.; Anderson, L. O.; Shimabukuro, Y. E.; Carvalho Júnior, O. A. (2003) *Sensor MODIS: Características Gerais e Aplicações*. Espaço & Geografia, Vol. 6, nº1, 91:121.

Liang, H., Dong, L., Tanikawa, H., Zhang, N., Gao, Z., & Luo, X. (2016) *Feasibility of a new-generation nighttime light data for estimating in-use steel stock of buildings and civil engineering infrastructures*. Resources, Conservation and Recycling.

Ma, Q., He, C., Wu, J., Liu, Z., Zhang, Q., & Sun, Z. (2014). *Quantifying spatiotemporal patterns of urban impervious surfaces in China: An improved assessment using nighttime light data*. Landscape and Urban Planning, 130, 36-49.

Marcantonio, M.; Pareeth, S.; Rocchini, D.; Metz, M.; X., Carol; Garzon-Lopez; Neteler, M. (2015) *The integration of Artificial Night-Time Lights in landscape ecology: A remote sensing approach*. Ecological Complexity 22 109–120.

National Centers for Environmental Information – NOAA. *Version 4 DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series*. Disponível em: <http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>. [Acedido em 10 de abril de 2016].

Pandey, B.; Seto, K. (2014) *Urbanization and agricultural land loss in India: Comparing satellite estimates with census data*. Journal of Environmental Management xxx 1-14.

Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – RBA. *Programa MAB e as Reservas da Biosfera*. Disponível em: [http://www.rbma.org.br/mab/unesco\\_01\\_oprograma.asp](http://www.rbma.org.br/mab/unesco_01_oprograma.asp). [Acedido em 30 de abril de 2016].

Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. (1973) *Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS*. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3, Washington, 1973. Proceedings... Washington: NASA, 1974, v.1, p.309-317.

Soriano, B. M. A. (2002) *Estação Climatológica de Nhumirim, Pantanal – MS*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal – EMBRAPA: Corumbá.

Silva, E. T. J. B. (2004) *Utilização dos índices de Vegetação do Sensor MODIS para Detecção de Desmatamentos no Cerrado: Investigação de Parâmetros e Estratégias*. 2004, 146 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília.

UNESCO. *MAB Biosphere Reserves Directory*. Disponível em <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=BRA+03&mode=all>

USGS. *Vegetation Indices Monthly L3 Global 1 Km*. Disponível em: [https://lpdaac.usgs.gov/dataset\\_discovery/modis/modis\\_products\\_table/mod13a3](https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mod13a3). [Acedido em 02 de maio de 2016].

Zhang, Q., Seto, K. C. (2011). *Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-temporal DMSP/OLS nighttime light data*. Remote Sensing of Environment, 115, 2320–2329



## **AValiação DA SEVERIDADE DO INCêNDIO DE PICôES (BRAGANÇA, PORTUGAL) E SUA RELAÇÃO COM O SEQUESTRO FLORESTAL DE CARBONO**

G. M. M. Baptista<sup>(a)</sup>, A. J. Bento-Gonçalves<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasil  
gmbaptista@unb.br

<sup>(b)</sup> CEGOT/Departamento de Geografia, Universidade do Minho, Portugal  
bento@geografia.uminho.pt

### **Resumo**

Num país como Portugal, anualmente percorrido por incêndios, e onde existe uma tendência positiva para o aumento anual do seu número e da respetiva área queimada, bem como para um aumento da dimensão dos Grandes Incêndios Florestais (GIF), o conhecimento expedito da severidade desses incêndios revela-se crucial para a sua classificação. O incêndio de Picões (Bragança, Portugal) foi um dos maiores GIF que ocorreram em Portugal. Com efeito, o incêndio lavrou durante 5 dias (8 a 12 de agosto de 2013), tendo tido uma progressão muito rápida o que lhe permitiu queimar uma vasta área. O presente estudo avaliou, de forma rápida, os diversos graus de severidade do incêndio ocorrido em 2013 em Picões por meio de modelagem espectral sobre dados do sensor OLI do satélite Landsat 8, tendo ainda avaliado o sequestro florestal de carbono no contexto de pré fogo.

**Palavras chave:** Incêndios, Picões (Portugal), Modelagem espectral, Severidade, Sequestro florestal de carbono.

### **1. Introdução**

Os incêndios florestais são eventos recorrentes na Europa, com maior incidência nos países Mediterrâneos. Apesar da antiga relação entre o fogo e ambiente, as mudanças nos regimes de fogo e no uso do solo, causam impactos prejudiciais. Em Portugal, os incêndios florestais são um fenómeno comum, especialmente durante os meses quentes e secos e podem mesmo ser considerados o principal problema ambiental.

O conceito de "regime de fogo" é fundamental para compreender o comportamento e os efeitos dos incêndios sobre os ecossistemas. Em geral, um regime de fogo caracteriza os padrões espaciais e temporais, e os impactos ambientais do incêndio sobre a paisagem (Bradstock et al., 2002; Morgan et al., 2001; Brown e Smith, 2000; Keeley et al., 2009).

Os regimes de fogo podem ser descritos pela frequência, intensidade ('magnitude') e severidade dos incêndios, sazonalidade, tipo de fogo e tamanho do incêndio (Gill, 1975; Heinselman, 1981; White e Pickett, 1985; Li, 2000; Falk e Swetnam, 2003; Bergeron et al., 2002; Bond e Keeley, 2005; Conedera et al., 2009; Bento-Gonçalves et al., 2011).

Com efeito, da necessidade de descrever a forma como a intensidade dos incêndios afeta os ecossistemas surge o termo severidade. Enquanto a intensidade descreve o processo físico da combustão e de libertação de energia a partir da matéria orgânica, a severidade dos incêndios refere-se à grandeza do impacto direto e imediato dos incêndios e reflete o calor total libertado pela combustão da biomassa (Ryan e Noste, 1985). A intensidade dos incêndios contribui assim para a sua severidade mas apenas a explica parcialmente.

É pois importante avaliar os efeitos dos incêndios na capacidade de recuperação da vegetação, bem como na erosão do solo, que, em conjunto, contribuem muitas vezes para a perda de valor dos espaços florestais e para a degradação da paisagem, situação que, naturalmente, importa inverter.

Assim, após a ocorrência de grandes incêndios, a elaboração de cartas de severidade, de forma simples e rápida, podem ajudar na identificação das áreas críticas que poderão necessitar de uma intervenção prioritária em termos de recuperação e reabilitação de ecossistemas, bem como de medidas de emergência de proteção dos solos após incêndios florestais.

O presente estudo objetiva avaliar, de forma rápida, os diversos graus de severidade do incêndio ocorrido em 2013 em Picões (Bragança, Portugal) por meio de modelagem espectral sobre dados do sensor OLI do satélite Landsat 8, bem como avaliar o sequestro florestal de carbono no contexto de pré fogo.

## 2. Material e Métodos

Para a execução do presente estudo foram adotados procedimentos de pré e de processamento dos dados. Como o evento ocorreu entre os dias 8 a 12 de julho de 2013, adotou-se a cena 203/031 dos dias 29 de junho e 15 de julho (Figura 1).

As cenas foram obtidas em formato TIF em números digitais e foram convertidas para reflectância no topo da atmosfera planetária (*TOA planetary reflectance*) por meio dos metadados disponíveis, utilizando-se a equação 1.

$$\rho\lambda' = Mp \times Qcal + Ap \quad (1)$$

Onde  $\rho\lambda'$  correspondem a reflectância planetária TOA, sem correção do ângulo solar;  $Mp$  representa o fator multiplicativo para cada banda obtido nos metadados;  $Ap$  = fator aditivo para cada banda também obtido nos metadados; e  $Qcal$  = valor digital quantizado e calibrado de cada pixel (DN ou número digital).

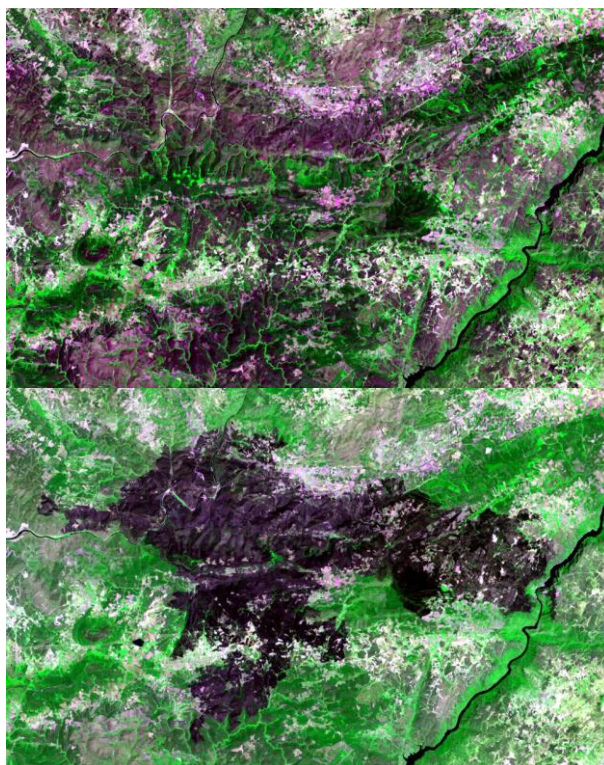


Figura 1 – Cena 203/031 de 29 de junho e de 15 de julho de 2013, respectivamente.

Os dados de reflectância TOA foram empregados nos índices espectrais para aferição da severidade de queimadas. Para tal, utilizou-se o modelo NBR – *Normalized Burn Ratio* (índice de queimada por razão normalizada) (Key e Benson, 2006), que consiste de uma razão normalizada entre as bandas do NIR e do SWIR, mais especificamente as banda 5 e 7 do sensor OLI, conforme apresentado na equação 2. Esse modelo mede a inclinação do espectro de vegetação do NIR para SWIR, quando se analisa o espectro de uma vegetação fotossinteticamente ativa ele apresenta um pico de reflexão na região do NIR e tende a diminuir em direção ao SWIR. Porém, nas áreas queimadas, esse pico é reduzido e o espectro da área queimada tende a se aplanar em direção do SWIR (Figura 2) (Pessoa et al., 2015)

$$NBR = \frac{(R5-R7)}{(R5+R7)} \times 1000 \quad (2)$$

Onde: R5 é a reflectância TOA da banda 5 (NIR) e R7 a da banda 7 (SWIR).

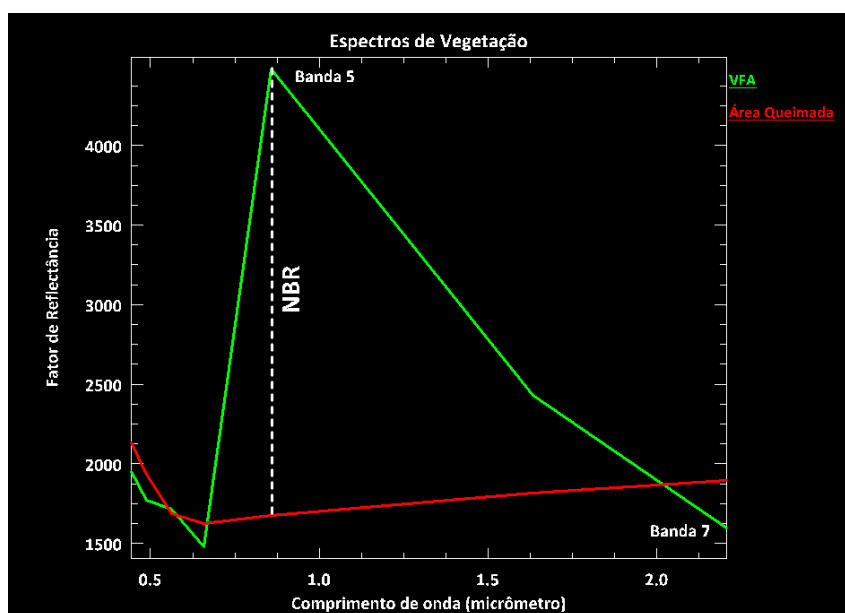


Figura 2 – Espectros de vegetação fotossinteticamente ativa (VFA) e área queimada destacando o que mede o NBR.

Com a determinação do NBR pós fogo foi possível delimitar a área do incêndio em Picões e com o polígono envolvente foi possível criar a máscara que isola a área queimada das áreas não atingidas pelo fogo. Após a determinação do NBR do dia 29 de junho, considerado aqui como o NBR pré fogo, e do dia 15 de julho ou NBR pós fogo, foi possível a determinação do índice espectral dNBR ou *differenced Normalized Burn Ratio* (índice diferenciado de queimada por razão normalizada) (Roy et al., 2006), expresso pela equação 3.

$$dNBR = NBR_{pré\ fogo} - NBR_{pós\ fogo} \quad (3)$$

A imagem dNBR foi fatiada a partir do módulo *density slice*, utilizando os intervalos propostos por Key e Benson (2006) (Tabela 1).

Tabela I – Escala de níveis de severidade do dNBR

Nível de severidade	Legenda do mapa	Extensão
Alta rebrota		-500 a -250
Baixa rebrota		-250 a -100
Não queimada		-100 a +100
Baixa severidade		+100 a +270
Severidade moderada baixa		+270 a +440
Severidade moderada alta		+440 a +660
Alta severidade		+660 a +1300

Visando compreender a espacialização dos diversos graus de severidade foi empregado o índice espectral CO2flux (Rahman et al., 2000) para a análise do sequestro florestal de carbono na área do polígono envolvente da área queimada. O índice espectral CO2flux é obtido pela multiplicação do índice de vegetação por diferença normalizada ou NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index* - Rouse et al., 1973) pelo índice de reflectância fotoquímica ou PRI reescalado para valores positivos (*Photochemical Reflectance Index* - Gamon et al., 1997). Os valores obtidos também foram divididos em 4 classes.

### 3. Resultados e Discussão

O resultado do dNBR com a aplicação da máscara que destacou a área dentro do polígono é apresentado na figura 3. A área do polígono envolvente do resultado do incêndio foi de 15.461,73 ha diferenciando-se da área oficial de 14.943 ha (MAMAOT, 2013 apud Ferreira-Leite et al., 2013). Porém, dentro do polígono existem 1.805,82 ha de área não queimada, representada pela cor verde e correspondendo à 11,7% do total. Suprimindo essa área chega-se à 13,655,91 ha de área queimada.

A classe de baixa severidade apresentou uma área de 9.414,9 ha representando a maior classe, com 60,8% da área total; A classe que respresenta a severidade moderada baixa representou a segunda maior classe com 26,2%, o representa uma área de 4.046,9 ha. As áreas que representam a severidade moderada alta ocuparam apenas 1,25% do total com 193,9 ha e a classe de alta severidade foi encontrada em apenas 1,8 ha (0,05% do total).

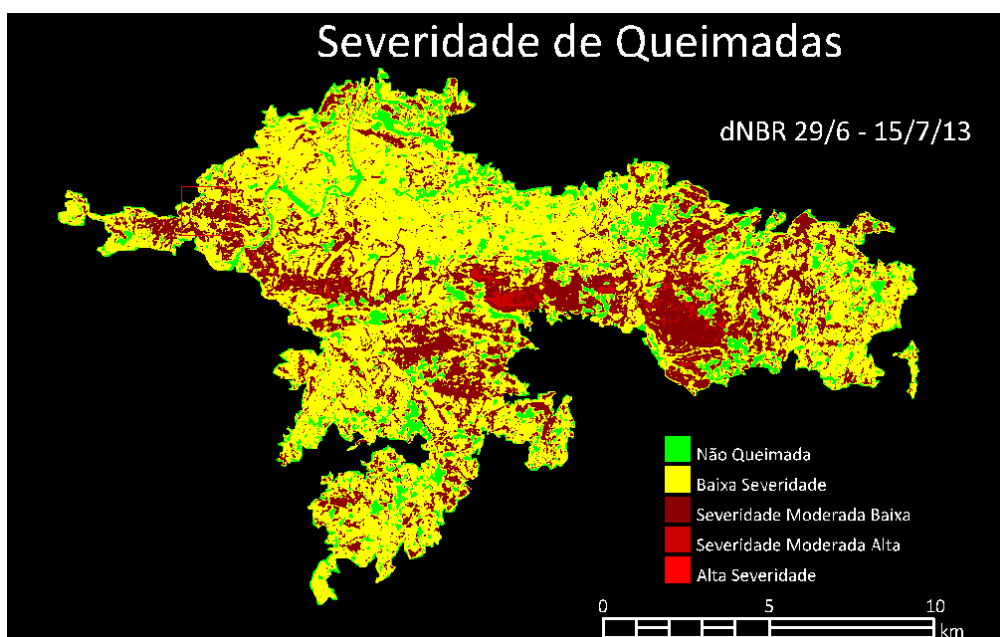


Figura 3 – Severidade do incêndio de Picões.



Segundo Ferreira-Leite e colaboradores (2013), com base no Inventário Florestal Nacional, 58,83% da área queimada é representada por matos e pastagens, seguida de florestas, com 21,51%, depois por agricultura com 17,65% e depois por usos que representaram menores percentuais. O maior percentual, o de matos e pastagens apresentou-se muito próximo ao encontrado na classe de baixa severidade. Já o segundo, representado por florestas que neste local caracteriza-se pela presença de eucaliptos e resinosas apresentou área muito semelhante à classe de severidade moderada baixa. Deveria ser o contrário, pois, quando ocorre uma queima, a vegetação herbácea é a mais devastada e a severidade de incêndios nesse tipo de vegetação é sempre muito elevada. A não ser que essa biomassa não esteja totalmente seca. Apesar de o clima dessa região ser caracterizado por um verão seco e frio, nesse ano, segundo relata Ferreira-Leite e colaboradores (2013) a primavera foi a mais fria desde 1993 e também foi o trimestre com precipitações superiores em mais de 100 mm do que normalmente chove no período. Isso explica o porquê da baixa severidade ser coincidente com a área de matos e pastagens, mesmo com a onda de calor que assolou a região no período de 3 a 12 de julho. Já as arbóreas tiveram maior severidade de queimadas que as herbáceas, pois são espécies mais propícias à combustão. Porém, não houve área representativa das classes de maior severidade.

Ao analisar a atividade fotossintética da área, por meio do modelo CO<sub>2</sub>flux, para o dia 29 de junho (Figura 4), nota-se que a primeira classe, representada pela cor vermelha apresenta áreas não fotossinteticamente ativas e elas coincidem com as áreas não queimadas, em verde, na figura 3. A partir da classe verde começam as áreas menos fotossinteticamente ativas e que correspondem à classe de matos e pastagens e que apresentaram baixa severidade. Já as classes em azul e amarelo representam as áreas mais fotossinteticamente ativas, ou de florestas, que apresentaram severidade moderada baixa. Percebe-se que toda a área do incêndio do Picões não apresentou nenhuma área com mais de 30% de atividade fotossintética, o que é coerente com o período seco, porém, com a precipitação atípica, bem como com as baixas temperaturas, a área que deveria apresentar predomínio de classe vermelha, apresentou-se um pouco mais ativa, o que explica os graus de severidades encontrados.

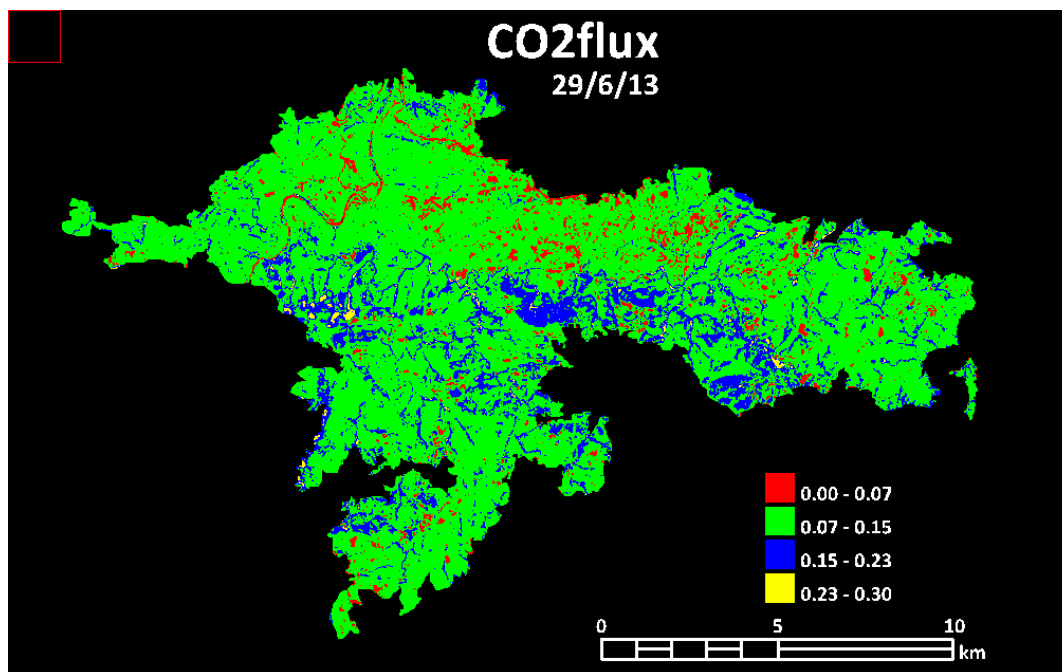


Figura 4 – Sequestro florestal de carbono na área do incêndio de Picões no dia 29 de junho de 2013.

#### 4. Conclusões

Assim como Ferreira-Leite e colaboradores (2013) não estavam convencidos de que esse evento poderia ser considerado um mega-incêndio, essa análise do grau de severidade do evento aqui apresentada, bem como sua relação com o sequestro florestal de carbono, permitiu perceber que não apenas a área deve ser levada em consideração, mas muitos outros parâmetros deverão sempre ser tidos em conta, sendo que um dos mais importantes é o seu grau de severidade. É claro que um incêndio de 15.000 ha para um país com o tamanho de Portugal é considerado um grande incêndio florestal, porém, sem grande severidades. Novos estudos devem ser incentivados para cada vez mais consolidar esses conceitos.

#### 5. Bibliografia

- Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Martins, C. P., Ferreira-Leite, F. e Costa, F. S. (2010) – A desestruturação do mundo rural e o uso do fogo – o caso da serra da Cabreira (Vieira do Minho). In (LEMOs MARTINS, M. (Org.) Caminhos nas Ciências Sociais. Memória, Mudança Social e Razão – Estudos em Homenagem a Manuel da Silva Costa. Universidade do Minho, pp. 87-104.
- Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Dias, P., Ferreira-Leite, F., Lourenço, L., Nunes, A., Salgado, J. (2012) Os grandes incêndios florestais de 2010 no Parque Nacional da Peneda-Gerês (Portugal): a importância das cartas de severidade na identificação de áreas críticas In: Respuestas de la Geografía Ibérica a la crisis actual 1027-1037 Universidade de Santiago de Compostela isbn:978-84-940469-7-1.
- Bergeron, Y., A. Leduc, B. Harvey, and S. Gauthier (2002) – Natural fire regime: a guide for sustainable forest management of the boreal forest. *Silva Fennica* 36: 81-95.
- Bond, W.J. & Keeley, J.E. (2005) – Fire as a global “herbivore”: the ecology and the evolution of flammable ecosystems. *Trend in Ecology and Evolution* 20:7.

- Bradstock, R.A., Williams, J.E. and Gill, A.M. (Eds) (2002) – Flammable Australia: The Fire Regimes and Biodiversity of a Continent. Cambridge University Press, Cambridge.
- Brown, J. K. e Smith, J. K. (Eds.) (2000) – Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora. *Gen. Tech. Rep. RMRS-42-vol. 2*. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Conedera M., Tinner W., Neff C., Meurer M., Dickens A. F., Krebs P. (2009) – Reconstructing past fire regimes: methods, applications, and relevance to fire management and conservation. *Quat. Sci. Rev.* 28, 555–576.
- Falk D.A., Swetnam T.W. (2003) – Scaling rules and probability models for surface fire regimes in Ponderosa pine forests. In: Omi PN, Joyce LA (Eds.) *Fire, fuel treatments, and ecological restoration*. US Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ft. Collins. pp 301–17.
- Ferreira-Leite, F.; Bento-Gonçalves, A. J.; Lourenço, L.; Úbeda, X.; Vieira, A. (2013). Mega-Incêndios em Portugal Continental (?) – o caso do incêndio de Picões (Bragança). In A. Bento-Gonçalves e A. Vieira (Eds.) *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação dos Solos*. (pp. 19-36) Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento (NIGP).
- Gamon, J. A.; Serrano, L.; Surfus, J.S. (1997). The photochemical reflectance index: an optical indicator of photosynthetic radiation use efficiency across species, functional types, and nutrient levels. *Oecologia*, 112, 492-501.
- Gill, A.M. (1975) – Fire and the Australian flora: a review, *Australian Forestry*, vol. 38, pp. 4-25.
- Heinselman, m. L. (1981) – Fire intensity and frequency as factors in the distribution and structure of northern ecosystems. In “Fire Regimes and Ecosystem Properties”. *U. S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. WO-26*, pp. 7-57.
- Keeley, J. E. (2009) – Fire intensity fire severity and burn severity a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire* 18, pp. 116–126.
- Key, C.H., Benson, N.C. (1999). *The Normalized Burn Ratio: a Landsat TM radiometric index for burn severity*. Disponível em: <http://nrmssc.usgs.gov/research/nbr.htm>. [Acesso em 20 de maio de 2016]
- Li, C. (2000) – Reconstruction of natural fire regimes through ecological modelling. *Ecol. Modell.* 134: 129–144.
- Morgan, P., Hardy, C., Swetnum, T., Rollins, M. e Long, D. (2001) – Mapping fire regimes across time and space: understanding coarse and fine-scale fire patterns. *International Journal of Wildland Fire* 10 (3–4), pp. 329-342.
- Pessoa, O. A. A. ; Baptista, G. M. M.; Almeida, T.; Meneses, P. R. (2015). Monitoramento da Reflectância Espectral após Extinção do Fogo e uma Proposta para a Detecção de Áreas Queimadas em Vegetação Campestre de Cerrado. *Revista Brasileira de Cartografia (Online)*, 67(6), 1131-1143.
- Rahman, A.F.; Gamon, J.A.; Fuentes, D.A.; Roberts, D.; Prentiss, D.; Qiu, H. (2000). *Modeling CO2 flux of boreal forests using narrow-band indices from AVIRIS imagery*. In: AVIRIS Workshop. Proceedings. JPL/NASA, Pasadena, California. Disponível: [http://aviris.jpl.nasa.gov/proceedings/workshops/00\\_docs/Rahman\\_web.pdf](http://aviris.jpl.nasa.gov/proceedings/workshops/00_docs/Rahman_web.pdf). [Acesso: 10 dez. 2014].
- Rouse, J. W.; Haas, R.H., Schell, J.A.; Deering, D.W. (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. In: *Proceeding of ERTS-1*, 3, 309-317.
- Roy, D.P., Boschetti L., Trigg, S.N. (2006). Remote Sensing of Fire Severity: Assessing the Performance of the Normalized Burn Ratio. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 3, 112-116.
- Ryan K. C, Noste N. V (1985) – Evaluating prescribed fires. In (J. E. Lotan, B. M. Kilgore, W. C. Fischer e R. W. Mutch, Eds.) “Proceedings, Symposium and Workshop on Wilderness Fire” (1983). Missoula, MT. USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Gen.l Tech. Rep. INT-182, pp. 230-238.
- White P. S., Pickett S. T. A. (1985) – Natural disturbance and patch dynamics, an introduction. In: Pickett STA, White PS (Eds.) “The ecology of natural disturbance and patch dynamics”, Academic Press, New York, pp 3–13.

## **MODELAGEM DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL À PERDA DE SOLO NO MUNICÍPIO DE JEREMOABO-BAHIA-BRASIL**

J. M. Chaves<sup>(a)</sup>, A. S. Almeida<sup>(b)</sup>, R. L. Santos<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Ciências Exatas, Mestrado em Modelagem (PPGM), UEFS  
joselisa@uefs.br

<sup>(b)</sup> Mestrado em Modelagem (PPGM), UEFS  
asalmeida26@gmail.com

<sup>(c)</sup> Departamento de Tecnologia, Mestrado em Modelagem (PPGM), UEFS  
rosaleal@uefs.br

### **Resumo**

O objetivo deste artigo foi desenvolver um modelo de vulnerabilidade à perda de solo que melhor represente o município de Jeremoabo. Para tanto, nos apropriamos da metodologia de Crepani (2001), fazendo as devidas adaptações para a área de estudo. Como procedimento metodológico, construímos um banco de dados formado por mapas de geologia, solo, uso do solo e dissecação do relevo, realizando a integração destes dados em ambiente SIG. Uma etapa relevante da metodologia é a reclassificação desses mapas para valores de vulnerabilidade ambiental. O resultado deste procedimento foi um modelo de vulnerabilidade que possibilitou-nos perceber o grau de estabilidade/instabilidade do município quanto as suas características ambientais e antrópicas. Este modelo apresentou quatro classes de vulnerabilidade: moderadamente estável (3%), medianamente estável/vulnerável (42%) e moderadamente vulnerável (43%) e vulnerável (12%) e de acordo com as observações de campo, este modelo corresponde com bastante fidedignidade à realidade observada.

**Palavras chave:** Geotecnologias; Ciências Ambiental, Degradação, Semiárido.

### **1. Introdução**

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente em Estocolmo, na Suécia em 1972, foi percebido que o homem é um dos maiores agentes transformadores do nosso planeta. Essa constatação serviu para que houvesse o desenvolvimento de vários trabalhos a respeito da forte degradação ambiental que vem passando o geossistema Terra, com propósitos claros de proteger regiões com maior sensibilidade a essas modificações.

Com tal objetivo, diversos instrumentos de análise ambiental foram desenvolvidos e testados em diferentes abordagens escalares. No Brasil foi construído o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), voltado a entender as potencialidades e fragilidades de uma dada região, tomando como parâmetros aspectos do meio físico, biótico e socioeconômico. Inicialmente o ZEE foi desenvolvido e aplicado na Amazônia Legal, mas devido as suas potencialidades, este estudo tem sido aplicado em diferentes regiões brasileiras.

Um dos produtos do ZEE é a carta de Vulnerabilidade Ambiental, que funciona como um termômetro para medir o nível de vulnerabilidade/potencialidade de um determinado território.

Na literatura alguns autores discutem o termo Vulnerabilidade, a exemplo de Grigio (2003), onde a “vulnerabilidade ambiental consiste em qualquer conjunto de fatores ambientais de mesma natureza que, diante de atividades que estão ocorrendo ou que venham a ocorrer, poderá sofrer adversidades e afetar, de forma total ou parcial, a estabilidade ecológica da região em que ocorre”. Tagliani (2003) afirma que vulnerabilidade ambiental é a maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer. Assim, nesta pesquisa abordaremos a vulnerabilidade natural como à fragilidade intrínseca das variáveis que compõem a paisagem, enquanto que por vulnerabilidade ambiental entende-se a susceptibilidade de um ambiente a vulnerabilidade natural associada ao uso da terra. Para a região do semiárido destacam-se as pesquisas de Gomes (2007) e Silva (2005) que utilizaram dados de sensoriamento remoto e sistemas para avaliação da vulnerabilidade para áreas propensas a desertificação no Nordeste brasileiro.

Dessa forma, o mapeamento de áreas que apresentam vulnerabilidade ambiental permite identificar o grau de fragilidade da área e avaliar as potencialidades do meio de forma integrada. Assim, é possível analisar áreas que apresentam baixo nível de vulnerabilidade, e áreas mais frágeis, com alto nível de vulnerabilidade, onde é necessária uma intervenção antrópica que busque minimizar a degradação dessa área. É notória a relevância do conhecimento sobre a vulnerabilidade de um ambiente, visto que este permite estimar o comportamento futuro dos sistemas naturais diante do processo de ocupação e adensamento da atividade social.

Para a modelagem da vulnerabilidade de um ambiente é necessário à integração de diferentes dados, em diversas escalas e formatos, o que gera a necessidade de manipulação dos mesmos em um ambiente com suporte apropriado, como é o caso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Segundo Silva (2003), um SIG consiste numa tecnologia capaz de realizar análises com dados espaciais, oferecendo alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico.

Assim, o objetivo deste artigo é a construção da carta de vulnerabilidade ambiental para o município de Jeremoabo, na Bahia (Brasil), que está incluso no bioma Caatinga e que requer bastante atenção seja por parte da academia, seja por parte do poder público, nas diferentes esferas, devido a forte degradação ambiental que vem ocorrendo neste município. Vale salientar que o processamento metodológico realizado nesse artigo testou e adaptou uma das metodologias consagradas para esse tipo de análise, a proposta de Crepani (2001).

## 2. Localização e Caracterização da Área de Estudo

O município de Jeremoabo, área de estudo, situa-se na região nordeste do estado da Bahia (Figura 1). Possui uma população aproximada de 39.302 habitantes, sua sede encontra-se a uma altitude de 275 metros, na coordenada geográfica de 10°04'00" de latitude sul e 38°21'00" de longitude oeste (Brasil, 2005). Localizado na região semiárida, o município tem clima predominantemente seco, com temperatura média anual de 24° C, pluviosidade média anual de 654 mm e chuvas concentradas de maio a julho. Aliado a esta característica, apresenta substrato rochoso marcado por rochas sedimentares, relevo com topos aplainados e bordas desniveladas, enquanto a cobertura pedológica é formada predominantemente por Neossolos Quartzarênicos. Já no que tange a cobertura vegetal, esta é típica de ambientes semiáridos, onde a paisagem é dominada por uma vegetação arbustiva, ramificada e espinhosa, com muitas bromélias e cactos, ou seja, compondo parte do bioma Caatinga.

Estas características, associada a um uso intensivo do solo, conferem ao município uma vulnerabilidade ambiental acentuada, tornando o risco de perda do solo por erosão bastante elevado, e isso tem provocado sérios problemas de degradação ambiental. O município de Jeremoabo está inserido como um dos municípios brasileiros classificados pelo Ministério de Meio Ambiente como susceptíveis a desenvolverem o processo de desertificação (Brasil, 2004). O que amplia a importância desse estudo nessa área.

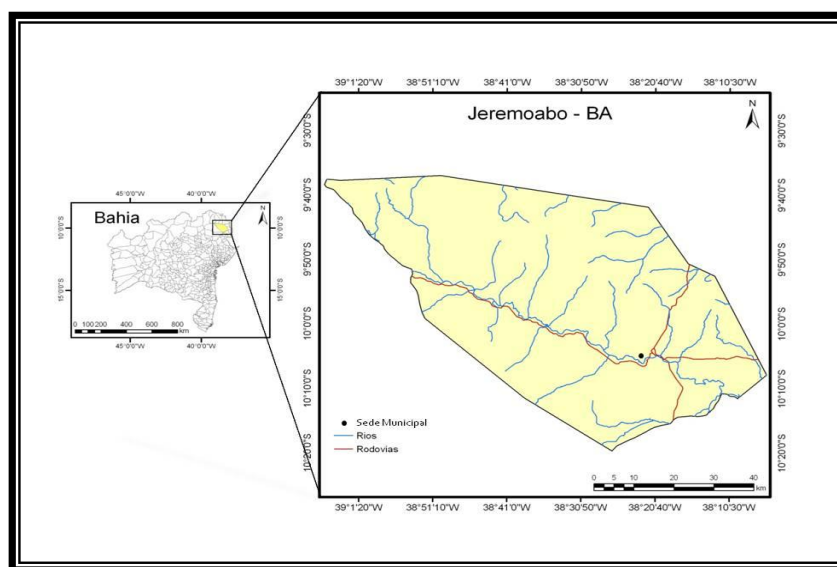


Figura 1- Localização do Município de Jeremoabo no Estado da Bahia. Fonte: SRH(2003)

## 3. Procedimentos Metodológicos

Para geração da carta de vulnerabilidade ambiental foi necessário organizar um Banco de Dados, constituído de dados primários e secundários. Os dados primários foram obtidos através do processamento da imagem de satélite Landsat 5, órbita/ponto 216/67 do ano de 2008, onde

obteve-se o mapa de Uso e Cobertura dos Solos. Além disso, houve o processamento do Modelo Digital de Terreno (MDT), onde foi extraído automaticamente o mapa de dissecação do relevo, a partir de dados obtidos do Sistema Topodata (Valeriano, 2008).

Já os dados secundários compõem-se de: mapa geológico (Brasil, 2003) e mapa de solo (SRH, 2003). Estes dados foram reclassificados para valores de vulnerabilidade e sua integração realizada a partir da álgebra simples de mapa, resultando na carta de vulnerabilidade ambiental à perda de solo para o município de Jeremoabo.

Para estimar a vulnerabilidade ambiental de determinada área é primordial a análise de suas variáveis, sejam elas naturais e/ou antrópicas, objetivando compreender o grau de fragilidade dessas variáveis e do ambiente em sua totalidade. Vale salientar que os valores de vulnerabilidade adotados foram baseados na classificação de Crepani (2001) e no conhecimento da área de estudo.

Em trabalhos que utilizam a modelagem em ambiente SIG é necessário que o conjunto de dados esteja no mesmo sistema de coordenadas. Assim, a primeira etapa da modelagem consistiu na configuração espacial do Banco de Dados, ou seja, todos os mapas foram projetados para o mesmo sistema de projeção cartográfica: UTM - DATUM WGS 84 zona 24S. A etapa seguinte foi análise das variáveis e dos valores de vulnerabilidade para cada classe, tomando por base o conhecimento da literatura e da área de estudo.

Para gerar o modelo de vulnerabilidade que mais se aplique a realidade do município, tendo como referência os conhecimentos da realidade de campo, levou-se como base a equação adaptada de Crepani (2001), onde foi acrescida a variável Uso e Cobertura do Solo:

$$V = (G + D + S + Vg) / 4 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

V = Vulnerabilidade à perda de solo

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

D = vulnerabilidade para o tema Dissecação

S = vulnerabilidade para o tema Solos

Vg = vulnerabilidade para o tema Uso e cobertura do solo

De forma ilustrativa, a figura 2 expressa a equação usada no Modelo, onde podem ser observadas as áreas de vulnerabilidade para os temas Solo, Dissecação, Uso do Solo e Geologia. A partir da aplicação da equação 1 foi possível gerar a modelagem ambiental da vulnerabilidade à perda de

solos para o município de Jeremoabo. Destaca-se a importância das atividades de campo para ajuste do modelo.

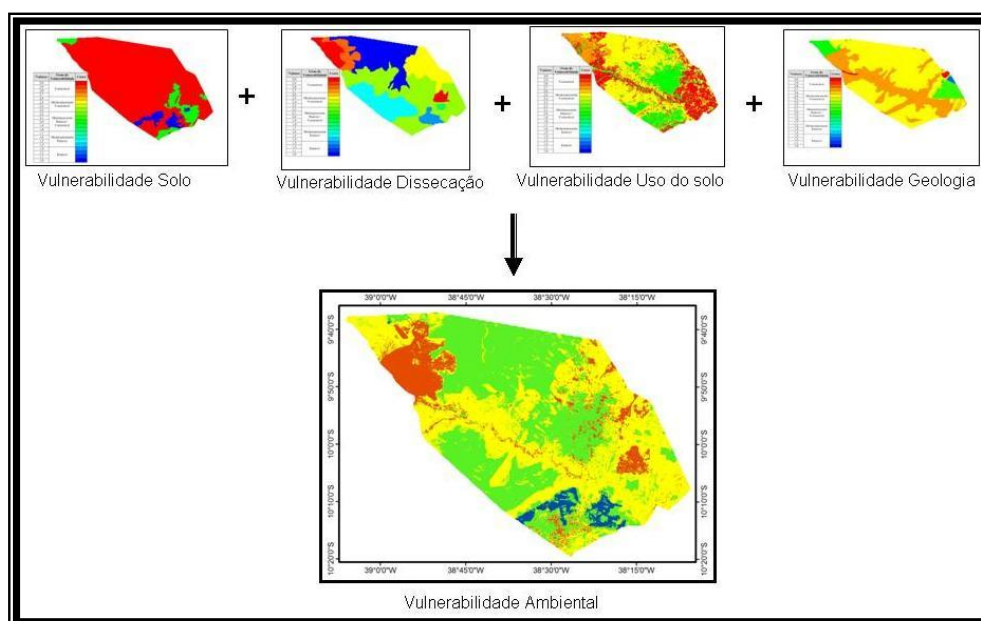


Figura 2 - Representação da produção da carta de vulnerabilidade ambiental.

#### 4. Resultados

Após elaboração do Banco de Dados foi possível definir o valor para cada tema a ser utilizado no modelo metodológico proposto. Para a variável de Vulnerabilidade para o **tema Solo**, foi levado em conta que esse é o principal recurso natural para a produção alimentar, porém, um recurso esgotável, sendo necessária aplicação de técnicas apropriadas para sua exploração. Nesse sentido, o seu conhecimento é imprescindível para determinar o uso e manejo mais adequado, visando com isso, obter maior produção e evitar seu empobrecimento.

No município de Jeremoabo foram identificados oito tipos de solo: Argissolo, Latossolo, Luvisolo, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólico Distrófico, Neossolo Litólico Eutrófico, Planossolo e Vertissolo. Destes, a classe mais representativa é a dos Neossolos, que juntos, somam uma área de 4192,4 km. A tabela 1 revela os valores de vulnerabilidade para cada classe de solo. Observa-se, desta forma, que Jeremoabo apresenta três classificações: áreas estáveis (com valor 1,0), áreas medianamente estável/vulnerável (valor 2,0) e por fim, áreas fortemente instáveis (com valor 3,0).

Para o **tema Geologia** os valores de vulnerabilidade foram baseados na litologia, ou seja, em sua susceptibilidade à erosão baseados nos critérios da Ecodinâmica, pois se sabe que em rochas pouco coesas podem prevalecer os processos erosivos, modificadores das formas de relevo



(morfogênese), enquanto que nas rochas bastante coesas devem prevalecer os processos de intemperismo e formação de solos (pedogênese).

Tabela 1 – Tipos de solo: Valores de Vulnerabilidade baseados em Crepani (2001)

<b>Tipos de Solos</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
Neossolo Quartzarênico	3,0
Neossolo Litólico eutróficos	3,0
Neossolos Litólico Distrófico	3,0
Planossolo Háplico	2,0
Latossolo vermelho-amarelo	1,0
Argissolo	2,0
Luvisso	2,0
Vertissolo	3,0

Assim, litologias como xistos, filitos, metavulcânicas, quartzitos receberam valor de vulnerabilidade 1,7. Enquanto que litologias como os sedimentos areno-argilosos, conglomeráticos inconsolidados receberam valor 3,0 de vulnerabilidade. Desta forma, a geologia deste município apresenta três classes de vulnerabilidade: medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável e vulnerável/instável.

Os valores de vulnerabilidade para o **tema Dissecação do Relevo** foram obtidas nove unidades, que variam da categoria estável a extremamente vulnerável. A classe estável pertencendo ao grau de dissecação fraca, enquanto a classe vulnerável tem dissecação muito forte – recebendo valor de vulnerabilidade 3.0 (Tabela 2).

Tabela 2 - Dissecação do relevo: valores de Vulnerabilidade baseados em Crepani (2001)

<b>Amplitude do Interflúvio (m)</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
> 5.000	1.0
4.250 – 4.500	1.3
3.750 – 4.000	1.5
3.000 – 3.250	1.8
1.750 – 2.000	2.3
1.250 – 1.500	2.5
500 - 100	2.8
< 250	3.0
< 250	3.0

Já, para os valores de vulnerabilidade para o **Tema Uso do Solo**, para o município de Jeremoabo, foram inseridos em seis classes: Caatinga Arbórea, Caatinga Parque, Caatinga Arbustiva Herbácea, Pastagem/Agricultura, Corpos d'água e Área Construída. A classe mais abundante corresponde a Caatinga Arbustiva Herbácea.

A classe Caatinga arbórea recebeu um valor de vulnerabilidade intermediário (2,0), já a Caatinga Parque um valor de vulnerabilidade mais alto (2,7). Enquanto as áreas de pastagem/agricultura receberam um valor acentuado de vulnerabilidade (3,0). O mapa de Uso do Solo, reclassificado para valores de vulnerabilidade, apresenta grande parte de seu território na classe instável, variando de moderadamente variável a variável.

Assim, a carta de vulnerabilidade à Perda de Solo foi definida tomando por base os mapas de vulnerabilidade para cada tema gerado. A análise desses mapas foi pautada na contribuição de cada tema ao processo de degradação das terras do município, esses mapas foram integrados sem alterar o valor individual de vulnerabilidade de seus atributos.

Observa-se que a carta de vulnerabilidade ambiental para o município de Jeremoabo foi gerada tomando-se como base os princípios da Ecodinâmica de Tricart (1977), onde são considerados os processos de pedogênese e morfogênese. Assim, em áreas onde predomina o processo pedogenético, ou seja, que favorecem a formação do solo foram consideradas áreas estáveis, recebendo um valor 1.0 na escala de vulnerabilidade.

Já nas áreas onde há o predomínio da morfogênese, ou seja, com preponderância dos processos modificadores do relevo, foram consideradas instáveis, recebendo um valor 3.0 na escala de vulnerabilidade. Para os meios onde há um balanço entre a pedogênese e a morfogênese (meio intergrade) foi estabelecido um valor 2.0 para a vulnerabilidade.

Com a utilização desta metodologia, a carta de vulnerabilidade gerada apresentou 4 classes de vulnerabilidade (Figura 3): moderadamente estável (com valores variando de 1.4 a 1.7); medianamente estável/vulnerável (de 1.8 a 2.2); moderadamente vulnerável (de 2.3 a 2.6); e a classe vulnerável (com valores de 2.7 a 2.9).

A classe moderadamente estável pode está relacionada ao tipo de solo que é o Latossolo, garantindo na região uma maior estabilidade ao solo dos processos intempéricos, porém, esta classe representa apenas 3% do território. No que concerne às áreas medianamente estável/vulnerável estão relacionadas à cobertura vegetal do município, que é a Caatinga, registrando uma proteção média ao solo. Esta classe contabiliza 42% do total.

Quanto à classe moderadamente vulnerável, esta corresponde às áreas de intenso uso agropecuário, onde podemos encontrar terras improdutivas, solos com processos de ravinamento e voçorocas, remoção da vegetação primária para a implantação de pastagem. Estas características são oriundas das práticas agressivas na agricultura, como uso de agrotóxicos, falta de rotação de cultura, entre outros. Esta classe corresponde a 43% da área total do município.

A classe vulnerável é responsável pela instabilidade de 12% das terras de Jeremoabo quanto aos processos erosivos. Esta classe está relacionada ao tipo de solo (Neossolos), ao tipo de

dissecação, considerada forte, a geologia, onde o substrato rochoso é composto por rochas sedimentares ou sedimentos, como o siltito e o folhelho. Bem como ao tipo de uso e cobertura do solo, mais especificamente a Caatinga Parque e as áreas de pastagem/agricultura, que receberam valores mais altos para a vulnerabilidade.

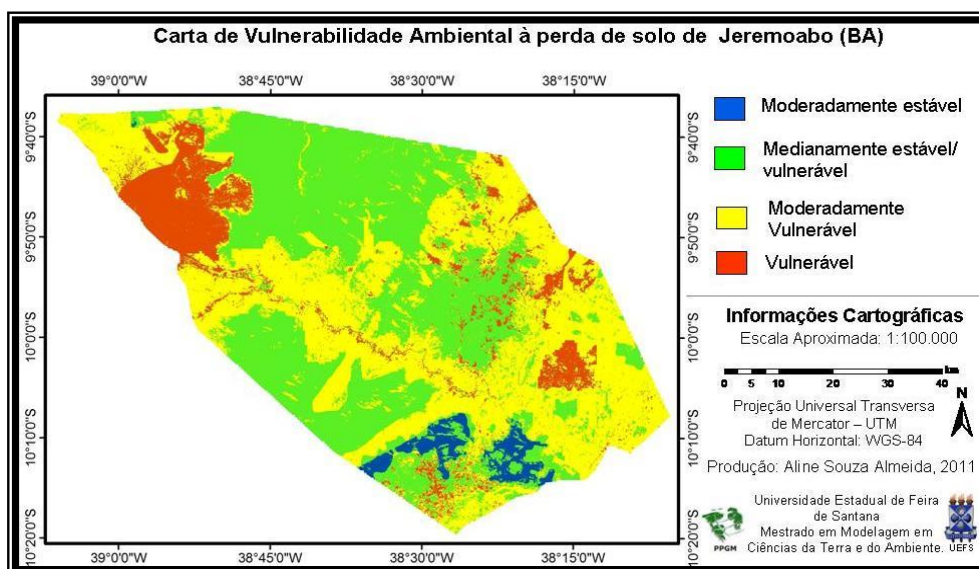


Figura 3 – Modelagem da Vulnerabilidade à Perda de Solo para o Município de Jeremoabo

## 5. Considerações Finais

Existem diferentes maneiras de analisar a paisagem, além de diferentes técnicas e atributos que podem variar de acordo com o objetivo e o objeto de estudo do analista. Nesta pesquisa optou-se por analisar a paisagem sob a ótica da vulnerabilidade ambiental à perda de solo para o município de Jeremoabo, localizado na região semiárida do nordeste brasileiro.

Vale salientar que este estudo é novo no município e é uma forte ferramenta para o planejamento e gestão territorial, pois possibilita indicar as áreas mais susceptíveis ao processo de degradação ambiental, auxiliando na aplicação de medidas mitigadoras de forma direcionada, evitando assim, que essa degradação alcance o nível de uma desertificação, como já apontados alguns estudos realizados pela Universidade Estadual de Feira de Santana e pelo INGÁ na região (Rocha et al. 2003).

Para a realização deste trabalho, nos apropriamos inicialmente do arcabouço teórico-metodológico da proposta de Crepani (2001), depois foram feitas alterações na metodologia para se adequar aos dados existentes. Os dados analisados nesta pesquisa foram: solo, uso do solo (cobertura vegetal), geologia, índice de dissecação do relevo.

Com base nesses dados, foi gerado uma carta de vulnerabilidade com 4 classes de vulnerabilidade à perda de solo: (i) classe medianamente estável; (ii) medianamente estável/vulnerável; (iii) moderadamente vulnerável e (iv) vulnerável. Percebe-se que, pelo conhecimento de campo, estas classes estão de acordo com a realidade do município, revelando com clareza a contribuição de cada atributo no processo de degradação.

Assim, o conhecimento da vulnerabilidade para cada variável foi de extrema relevância, pois através delas pode-se perceber a contribuição de cada atributo na geração da carta síntese de vulnerabilidade ambiental, contribuindo de maneira eficaz para a gestão ambiental regional.

Por fim, vale salientar que o uso de ferramentas de geoprocessamento foi relevante para o desencadeamento desta pesquisa, pois demonstraram eficiência e agilidade na aplicação da metodologia, e podemos constatar que o uso dessas geotecnologias é importante para estudos de caráter ambiental, podendo ser replicadas para outros municípios brasileiros e de outros países.

## 6. Bibliografia

- Brasil (2007). Atlas de Áreas Susceptíveis de Desertificação do Brasil. Brasília. Ministério de Meio Ambiente.
- Brasil (2005) *Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea Diagnóstico do Município de Jeremoabo – Bahia*. Salvador. Serviço Geológico do Brasil..
- Brasil (2003) *Sistemas de Informações Geográficas – SIG*. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia: Mapas na escala 1:1.000.000 e 1:2.000.000. Salvador. Serviço Geológico do Brasil.. V. 1 CD-ROM
- Crepani, E.; Medeiros, J. S. de; Azevedo, L. G. de.; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V. (2001) *Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico*. São José dos Campos: INPE, 25p.
- Grigio, A. M. (2003) *Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera*. Dissertação de Mestrado. Natal. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Gomes, A. R. (2005) *Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semi-árida utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento – área piloto de Parnamirim (PE)*. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- SILVA, A. de B.(2003). *Sistemas de informação geo-referenciadas: conceitos e fundamentos*. São Paulo. Unicamp,
- SILVA, V. U. F. (2007). *Zoneamento ambiental com instrumento de gestão como avaliação da vulnerabilidade ao processo de desertificação: análise do município de Salgueiro – PE*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- TAGLIANI, C.R. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. In: XI SBRS, Belo Horizonte, MG, Anais. p. 1657-1664, 2003.
- TRICART, J. (1977). *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- VALERIANO, M. de M. (2008) *Topodata: Guia para Utilização de Dados Geomorfométricos Locais*. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.



# ANÁLISE POR DETECÇÃO REMOTA DA VARIAÇÃO ESPACIOTEMPORAL DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E SUA RELAÇÃO COM A URBANIZAÇÃO EM BRAGA (1984-2014)

C. de A. Pinheiro<sup>(a)</sup>, M. M. Laranjeira<sup>(b)</sup>, M. Bandeira<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia e CEGOT, Universidade do Minho  
catarina-pinheiro@mail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, Universidade do Minho e CEG, Universidade de Lisboa  
manuela.laranjeira@geografia.uminho.pt

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia e CEGOT, Universidade do Minho  
miguel.bandeira@cm-braga.pt

## Resumo

O presente trabalho procura avaliar o efeito da urbanização sobre o ambiente térmico em Braga, com base na deteção de mudanças entre duas imagens Landsat, datadas de 1984 (TM) e de 2014 (OLI). Com o objetivo de reconhecer o padrão espacial estatisticamente significativo do aumento da temperatura de superfície (Ts) ocorrido neste período, recorreu-se à análise de *Cluster and Outlier* (Anselin Local Moran's I) para identificar os clusters de valores elevados (HH). A análise bitemporal de Ts evidenciou dois tipos de mudança em Braga, que se confirmaram estatisticamente: as que se relacionam com variações interanuais dependentes das condições meteorológicas, que afetam as superfícies permeáveis e/ou com vegetação (clusters LL); e, as que se prendem com a conversão de diversos usos/coberturas do solo em superfícies impermeáveis antrópicas (clusters HH). Como seria de esperar, os clusters HH localizam-se essencialmente no interior do perímetro urbano, nas áreas onde se verificou um intenso processo de crescimento urbano por 'extensão-agregação'.

**Palavras chave:** temperatura de superfície; deteção de mudança; Landsat; autocorrelação espacial; Braga

## 1. Introdução

A cidade de Braga ostenta uma urbanização bimilenária praticamente contínua, que testemunha todos os capítulos da história urbana europeia (Bandeira, 2015). O forte dinamismo urbano que o município experienciou desde 1980, potenciado pela oferta excessiva de espaço urbanizável no Plano Diretor Municipal de 1994, consumou-se em dois terços do edificado com menos de 30 anos e num terço do território considerado como urbano (Bandeira, 2015). Não obstante estes factos, Braga apresenta, à semelhança de todo o Noroeste português, uma enorme heterogeneidade ambiental, resultante da sempre presente interpenetração entre o urbano e o rural, emergindo assim na paisagem como um "salpicado de edificado em fundo policromado de tonalidades de verde" (Bandeira, 2015, p.21; Figura 1).

A mescla de usos e coberturas do solo que caracteriza o território de Braga determina um ambiente térmico muito complexo que, no entanto, pode ser analisado em função de três componentes biofísicas fundamentais – vegetação, superfícies impermeáveis e solo nu (Ridd,

1995). Sob esta perspetiva, o processo de urbanização pode ser entendido como a conversão de superfícies naturais, permeáveis e com uma cobertura vegetal variável, em superfícies impermeáveis antrópicas. Os materiais artificiais que constituem estas últimas têm propriedades radiativas e térmicas muito distintas – em particular, o albedo, a emissividade, a admitância e condutividade térmicas –, que determinam uma maior emissão de radiação infravermelha, bem como o aumento da libertação de calor armazenado e do fluxo de calor sensível (por redução da evapotranspiração). Estas alterações no balanço radiativo e energético superficial das áreas artificializadas manifestam-se através do aumento da temperatura de superfície ( $T_s$ ) e estão na origem da diferenciação de ‘ilhas de calor urbano das superfícies’, por comparação com as áreas que mantêm características naturais.

Vários autores demonstraram que a resolução espacial do satélite Landsat permite revelar mudanças espaciotemporais nas características da superfície, particularmente ao nível da vegetação e de  $T_s$ , que se relacionam com a expansão urbana (*e.g.*, Weng, 2001; Bhatta, 2010; Villa, 2012; Jiang *et al.*, 2015; Pinheiro e Laranjeira, 2015; Chen *et al.*, 2016). Note-se, porém, que as condições térmicas superficiais experimentam flutuações sazonais e interanuais (*e.g.*, Xue *et al.*, 2014; Martin *et al.*, 2015), pelo que o padrão espacial das mudanças temporais de  $T_s$  só poderá ser interpretado como significativo e/ou atribuível ao processo de urbanização (*i.e.*, transformação do uso/cobertura do solo) se estatisticamente validado (Majumdar e Biswas, 2016).

Neste contexto, o presente trabalho procura avaliar o efeito da urbanização sobre o ambiente térmico em Braga, de 1984 a 2014, com base na deteção de mudanças entre duas imagens Landsat e no método TVX (*thermal-vegetation index*). Com o objetivo de reconhecer as áreas onde a expansão urbana produziu, no período em análise, um padrão espacial estatisticamente significativo do aumento de  $T_s$ , recorreu-se à análise de autocorrelação espacial (através da estatística *Anselin Local Moran's I*) para identificar os clusters de valores elevados (HH).

## 2. Dados e Metodologia

Este trabalho tem como área de estudo o município de Braga (Figura 1) com 183,4 km<sup>2</sup>. Este município localiza-se no Norte de Portugal, pertencendo à NUT III do Cávado.

Para os anos em análise, selecionaram-se duas imagens do arquivo Landsat relativas ao verão, mais concretamente ao mês de julho (Tabela 1), de modo a minimizar diferenças na inclinação do Sol, condições atmosféricas (baixa cobertura de nuvens) e estado fenológico da vegetação. Estas imagens foram georreferenciadas para o sistema de coordenadas ETRS89\_Portugal\_TM06.

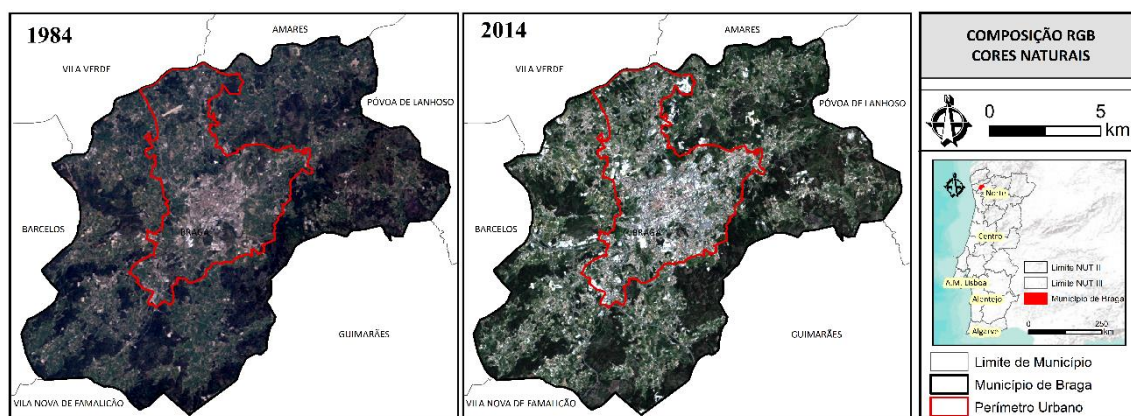


Figura 1 – Ocupação do solo no município de Braga em 1984 e 2014

Tabela 1 – Sumário das informações das imagens Landsat, da temperatura de superfície (Ts) na área de estudo e das anomalias de julho em Portugal (Normal Climatológica de 1971-2000) para 1984 e 2014

Imagem Landsat				Ts no município de Braga		Anomalias de julho em relação à Normal de 1971-2000*	
Sensor	Data	Hora	Cobertura de nuvens (%)	Média (°C)	Desvio-padrão	Temperatura média do ar (°C)	Precipitação total (mm)
TM	22/07/1984	10:42	0	28,90	2,38	-0,5	-7
OLI	09/07/2014	11:13	0.15	27,52	2,49	-0,6	+10

\*Fonte: IPMA, 2014

De forma a extrair Ts recalcularam-se os valores de radiância espectral no sensor a partir do número digital (d) dos pixéis da banda do infravermelho térmico – banda 6 do Landsat 5 TM e banda 10 do Landsat 8 OLI. De seguida, e sob o pressuposto de uma emissividade uniforme, converteram-se os valores de radiância espectral em Ts. Estas operações foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos por Chander e Markham (2003), no caso do Landsat 5 TM, e em USGS (2013), para o Landsat 8 OLI. O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) foi derivado a partir das bandas do infravermelho próximo (IVP) e do vermelho (V), segundo a equação  $NDVI = (dIVP - dV) / (dIVP + dV)$ , em que dIVP e dV correspondem, respetivamente, aos números digitais associados a cada pixel das bandas 4 e 3 do Landsat 5 TM, e das bandas 5 e 4 do Landsat 8 OLI.

Para a realização da análise bitemporal os valores de NDVI e de Ts foram normalizados, em função do valor mínimo e do valor máximo na área de estudo (Carlson e Arthur, 2000). Com base no NDVI normalizado ( $N^*$ ) a Fração de Vegetação (Fr) foi calculada, como  $Fr = (N^*)^2$ . Fr traduz a percentagem de vegetação ao nível do solo numa determinada área (por exemplo, um pixel), com base na sua projeção vertical (Liang *et al.*, 2008). Assim, quando um pixel é apenas



composto por vegetação,  $Fr=100\%$ . Posteriormente, à  $Ts$  normalizada e a  $Fr$  aplicou-se a técnica de diferenciação de imagens (Lu *et al.*, 2004), para elaborar os respetivos mapas de mudança entre 1984 e 2014.

Partindo da imagem de mudança de  $Ts$ , procedeu-se a uma análise de autocorrelação espacial, com base no método *Cluster and Outlier* (Anselin Local Moran's I), de forma a verificar o grau de associação, num raio de 1000m, entre as áreas que sofreram variações (aumento e diminuição de  $Ts$ ) estatisticamente significativas. De acordo com o processo estatístico *Incremental Spatial Autocorrelation* esta é a distância a que os processos espaciais que promovem a clusterização na área de estudo são mais significativos. Desta análise, retiveram-se somente os clusters de valores elevados (*High-High*; HH) e os de valores baixos (*Low-Low*; LL).

Todos os procedimentos metodológicos acima descritos foram realizados com recurso ao ArcGIS 10.3, através das extensões *Spatial Analyst Tools* e *Spatial Statistics Tools*.

Por fim, para um maior entendimento do efeito da urbanização sobre o ambiente térmico de Braga, avaliou-se a trajetória temporal dos clusters HH e LL, com base no método TVX (*thermal-vegetation index*), que combina  $Ts$  normalizada e  $Fr$  num diagrama de dispersão, traduzindo assim a sua relação de associação. Para tal, utilizou-se uma amostra aleatória de 1755 pontos, classificados como HH e LL. Esta classificação do espaço TVX, de acordo com a análise de clusters efetuada anteriormente, segue a metodologia proposta por Majumdar e Biswas (2016).

### 3. Resultados e Discussão

No município de Braga constata-se valores muito reduzidos de  $Fr$ , tanto em 1984 como em 2014, particularmente na área central onde se desenvolve o tecido urbano compacto (Figura 2). Porém, a situação agravou-se de modo flagrante decorridos estes 30 anos, resultado da abertura de novos eixos rodoviários e da expansão e consolidação da cidade de Braga, particularmente para NNO.

Em consonância com a distribuição espacial de  $Fr$ , os valores mais elevados de  $Ts$  (Figura 3) tornam igualmente notório o padrão da urbanização em Braga – difuso, mas com uma organização mais ou menos linear, acompanhando a rede viária, que irradia a partir do núcleo urbano tradicional. A densificação das áreas construídas manifesta-se no incremento generalizado de  $Ts$  em 2014, particularmente no perímetro urbano e sua envolvente (Figura 4), não obstante a presença de alguns cinturões verdes nos principais interflúvios com declives acentuados (associados às  $Ts$  mais baixas; Figura 3) que, por força das condicionantes legais (Reserva Ecológica Nacional) vão, por enquanto, resistindo aos avanços do ‘urbano’.

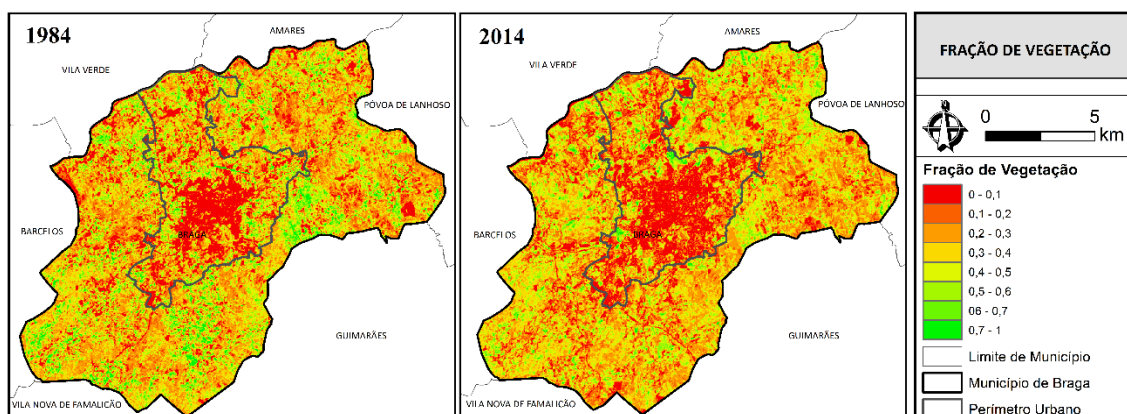


Figura 2 – Fração de Vegetação em 1984 e 2014

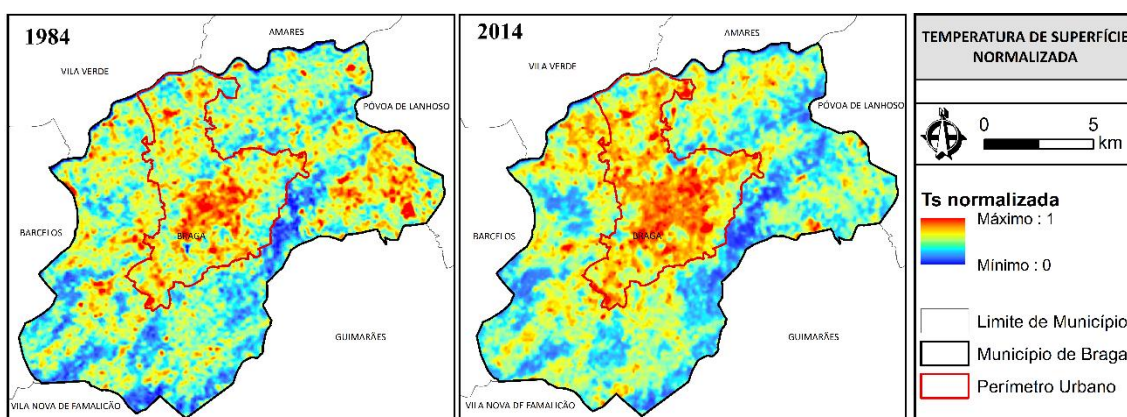


Figura 3 – Temperatura de superfície normalizada em 1984 e 2014

Por sua vez, as Ts elevadas que se observam no setor E da área de estudo, particularmente evidentes em 1984 (Figura 3), devem-se à presença de extensas áreas agrícolas, cujo solo em junho/julho se encontra lavrado e, portanto, sem vegetação. O solo não tem uma reduzida inércia térmica (Weng *et al.*, 2004), pelo que à hora de passagem do satélite Landsat (cerca das 10h/11h) pode atingir Ts mais elevadas do que as áreas edificadas, dado que aquece e liberta mais rapidamente o calor armazenado e o calor sensível do que os materiais artificiais.

Entre 1984 e 2014 as áreas agrícolas atrás mencionadas registaram uma diminuição em Ts (Figura 4). Esta diferença de Ts não se deveu à modificação do uso do solo (que permanece agrícola), mas estará relacionada com variações na cobertura vegetal e/ou com condições distintas de humidade do solo, determinadas pelas situações meteorológicas que antecederam a passagem do satélite. De facto, Martin *et al.* (2015) demonstraram o efeito da nebulosidade sobre a potencial redução do calor absorvido e acumulado pelas superfícies nos dois dias anteriores às imagens Landsat que analisaram e, por consequência, sobre os valores de Ts

registados. Atendendo aos dados do IPMA relativos à série climatológica de 1971-2000, o mês de julho de 2014 caracterizou-se por quantitativos de precipitação superiores ao desta normal (Tabela 1), tendo-se inclusivamente classificado como o oitavo mais chuvoso desde 1931; segundo a mesma fonte, a precipitação ocorreu sobretudo nas duas primeiras décadas do mês (IPMA, 2014). Desta maneira, é plausível assumir que – contrariamente ao sucedido em julho de 1984 (com uma anomalia negativa da precipitação; Tabela 1) – os solos se encontrassem húmidos e recobertos por alguma vegetação espontânea, à data da imagem Landsat OLI analisada no presente trabalho. O aquecimento mais lento e a maior transferência de calor latente associados a estes solos terão resultado em Ts menos elevadas, por comparação com 1984 (Figuras 3 e 4).

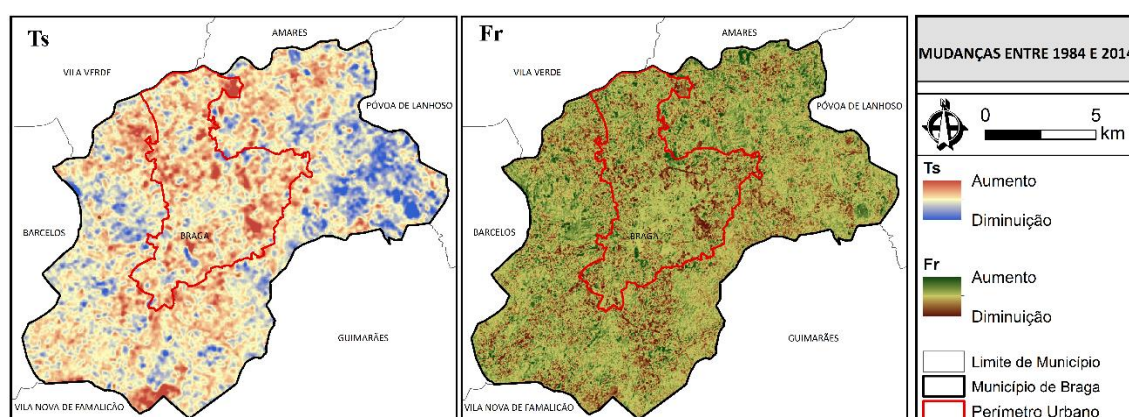


Figura 4 – Mudanças na temperatura de superfície e Fração de Vegetação em 1984 e 2014

Pelo que ficou exposto anteriormente, as diferenças bitemporais em Ts e Fr evidenciaram dois tipos de mudança, que se confirmaram estatisticamente aquando da análise *Cluster and Outlier* (Figura 5): (i) as que se relacionam com variações interanuais dependentes das condições meteorológicas, que afetam as superfícies permeáveis e/ou com vegetação e se traduzem em clusters LL; e, (ii) as que se prendem com a conversão de diversos usos/coberturas do solo em superfícies impermeáveis antrópicas, que se refletem nos clusters HH. De facto, ao observar a trajetória temporal deste cluster no espaço TVX (Figura 6), constata-se que em 1984 os pontos HH se encontram bem distribuídos por distintas condições biofísicas, desde as de frescura – pontos com Fr elevada e Ts baixa (canto superior esquerdo) – até às de calor – pontos com Fr reduzida e Ts elevada (canto inferior direito); por seu lado, em 2014 estes pontos encontram-se claramente separados dos pontos LL, sendo que a maioria migrou em direção à ‘margem quente’, e muitos deles convergiram no canto inferior direito, ou seja, exibiram uma trajetória desde ‘vegetação fresca’ até ‘impermeável quente’. Como seria de esperar, os clusters HH localizam-se primordialmente no interior do perímetro urbano (Figura 5), nas áreas onde se

verificou um intenso processo de crescimento urbano por ‘extensão-agregação’ (Ribeiro e Ferrão, 2014).

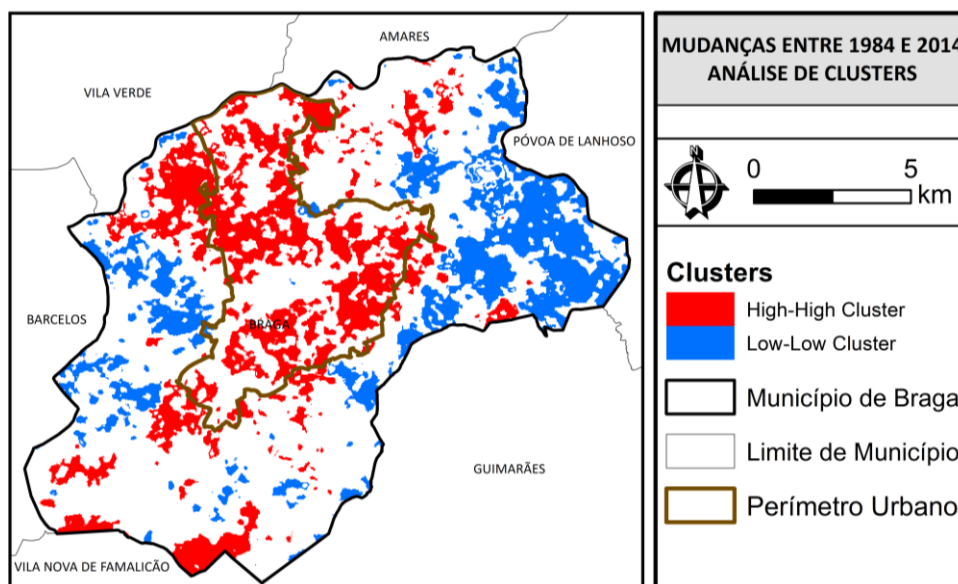


Figura 5 – Clusters de mudanças significativas na temperatura de superfície entre 1984 e 2014

É, no entanto, ainda de salientar que não se consideraram nesta análise os outliers HL e LH, dado que estes representam as áreas onde as mudanças de Ts não produzem uma tendência local de aglomeração espacial, o que se deve ao facto de o processo de urbanização ter sido marcadamente difuso.

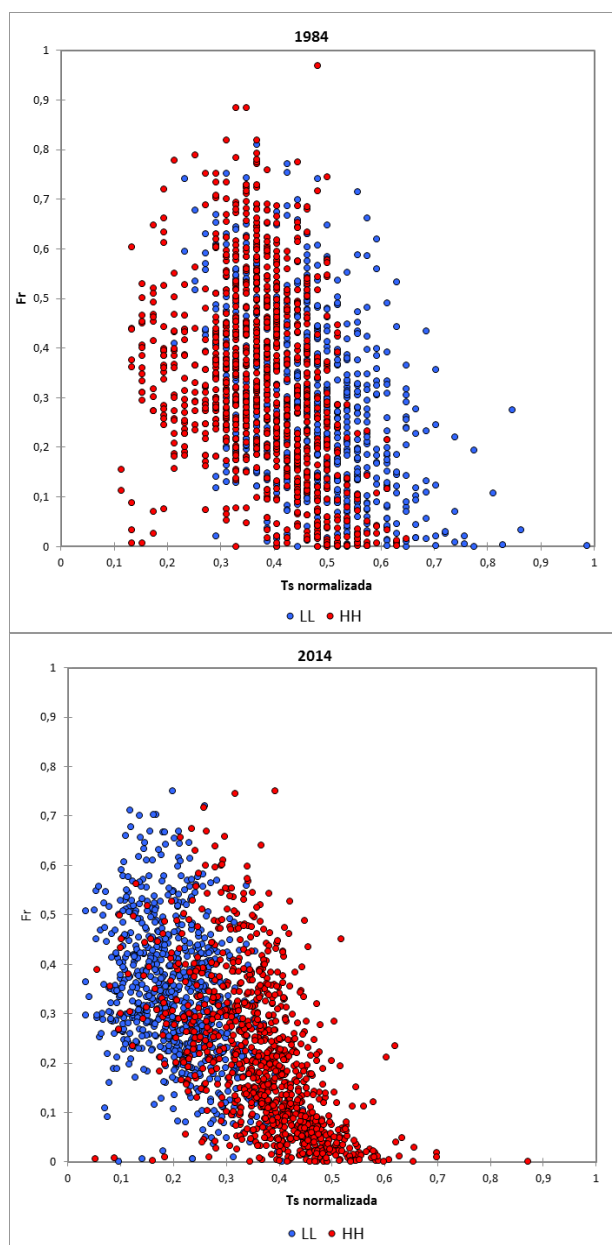


Figura 6 – Espaço TVX classificado de acordo com os clusters HH e LL, em 1984 e 2014

#### 4. Notas Conclusivas

A realidade urbana atual é extremamente complexa, dado que “a extensão, a fragmentação, o contraste e a contradição dominam sobre qualquer ideia de conjunto, que apenas se vislumbra de uma imagem de satélite ou de uma estatística” (Domingues, 2015, p.27). Na análise de detecção de mudanças bitemporal é imprescindível distinguir o que resulta da conversão de usos/coberturas do solo e o que deriva da variabilidade climática interanual. Neste sentido, a metodologia proposta por Majumdar e Biswas (2016) – e no presente trabalho aplicada ao município de Braga –, que integra a análise de autocorrelação espacial com o método TVX, permite fazer esta distinção e validar os clusters HH como sendo as áreas que sofreram uma efetiva transformação do uso/cobertura do solo relacionada com o processo de expansão urbana.

## 5. Agradecimentos

Este trabalho foi suportado pela Fundação da Ciência e Tecnologia (FCT), através da Bolsa de Doutoramento SFRH/BD/111263/2015.

## 6. Bibliografia

- Bandeira, M. (2015). *Braga Vista do Céu*. Lisboa: Argumentum.
- Bhatta, B. (2010). *Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Carlson, T. & Arthur, S. (2000). The impact of land use-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective. *Global and Planetary Change*, 25, 49-65.
- Chander, G. & Markham, B. (2003). Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41, 2674-2677.
- Chen, L., Jiang, R. & Xiang, W. (2016). Surface Heat Island in Shanghai and Its Relationship with Urban Development from 1989 to 2013. *Advances in Meteorology*, Volume 2016, 1-15.
- Domingues, A. (2015). Cidade esponja. *XXI, Ter Opinião*. Nº4, 18-31.
- IPMA (2014). *Boletim Climatológico Mensal de Portugal Continental – julho de 2014*. [Online]. Disponível em: [http://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20140818/EQfJcLBFsBFHQknB Bdzi/cli\\_20140701\\_20140731\\_pcl\\_mm\\_co\\_pt.pdf](http://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20140818/EQfJcLBFsBFHQknB Bdzi/cli_20140701_20140731_pcl_mm_co_pt.pdf) [Acedido em 15 maio de 2016].
- Jiang, Y., Fu, P. & Weng, Q. (2015). Assessing the Impacts of Urbanization-Associated Land Use/Cover Change on Land Surface Temperature and Surface Moisture: A Case Study in the Midwestern United States. *Remote Sensing*, 7, 4880-4898.
- Liang, Z., Bing-fang, W., Yue-min, Z., Ji-hua, M. & Ning, Z. (2008). A Study on Fast Estimation of Vegetation Fraction in Three Gorges Emigration Area by Using Spot5 Imagery. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 987-992.
- Lu, D., Mausel, P., Brondízio, E. & Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 2365-2401.
- Majumdar, D. & Biswas, A. (2016). Quantifying land surface temperature change from LISA clusters: An alternative approach to identifying urban land use transformation. *Landscape and Urban Planning*, 153, 51-65.
- Martin, P., Baudouin, Y. & Gachon, P. (2015). An alternative method to characterize the surface urban heat island. *International Journal of Biometeorology*, 59, 849-861.
- Pinheiro, C. & Laranjeira, M.M. (2015). Análise espaciotemporal do efeito climático da urbanização difusa em Guimarães: a visão do Landsat. In M.J. Roxo (Coord.), *Valores da Geografia. Atas do X Congresso da Geografia Portuguesa*, (286-291). Lisboa: Associação Portuguesa de Geógrafos.
- Ribeiro, J. & Ferrão, J. (coords.) (2014). *Noroeste Global*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ridd, M. (1995). Exploring a V-I-S (vegetation-impervious surface-soil) model for urban ecosystem analysis through remote sensing: comparative anatomy for cities. *International Journal of Remote Sensing*, 16, 2165-2185.
- USGS (2013). *Using the USGS Landsat 8 Product*. [Online]. Disponível em: [http://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php) [Acedido em 2 abril de 2016].
- Villa, P. (2012). Mapping urban growth using Soil and Vegetation Index and Landsat data: The Milan (Italy) city area case study. *Landscape and Urban Planning*, 107, 245-254.
- Weng, Q. (2001). A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. *Internacional Journal of Remote Sensing*, 22, 1999-2004.

Weng, Q., Lu, D. & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment* 89(4), 467-483.

Xue, X., Liu, H., Mu, X. & Liu, J. (2014). Trajectory-based detection of urban expansion using Landsat time series. *Internacional Journal of Remote Sensing*, 35,1450-1465.

# QUANTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS FOCOS DE CALOR NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DIAMANTINA E SUA ZONA DE AMORTECIMENTO

S. M. B. dos Santos<sup>(a)</sup>, W. J. S. da Franca Rocha<sup>(b)</sup>, A. Bento-Gonçalves<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana - PPGM/UEFS

saamoura@gmail.com

<sup>(b)</sup> Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana - PPGM/UEFS

wrocha@uefs.br

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia/ Instituto de Ciências Sociais, CEGOT, Universidade do Minho  
bento@geografia.uminho.pt

## Resumo

Compreender a dinâmica dos incêndios na vegetação é essencial na avaliação dos impactos gerados pela ação do fogo. Neste trabalho utiliza-se uma metodologia voltada à quantificação e análise espacial dos focos de calor provenientes de sensores a bordo do satélite NOAAs e AQUA\_M-T com o objetivo de quantificar e analisar o comportamento espacial e temporal dos focos de calor detectados na área do Parque Nacional da Chapada diamantina e sua zona de amortecimento para os anos de 2005 a 2015. Para atingir esse objetivo em ambiente SIG foi modelado o padrão de distribuição espacial dos focos de calor, utilizando o estimador de densidade Kernel. Com o tratamento empregado, pôde-se estimar as áreas atingidas por incêndios e compará-las, através de análise espacial, observando-se assim o comportamento espacial e temporal do fenômeno. Conclui-se que cada ciclo anual apresenta altas densidades de focos de incêndios em regiões distintas, além dos dados revelarem um padrão de distribuição que varia também ao longo dos meses.

**Palavras chave:** Incêndios na vegetação, monitoramento, geotecnologias, unidade de conservação.

## 1. Introdução

O fogo faz parte da ecologia de muitos ecossistemas (BENTO-GONÇALVES *et al.*, 2012) e sempre esteve presente na história e desenvolvimento da sociedade, uma vez que, ao longo do tempo, tem sido utilizado para abertura de clareira na floresta, tanto para o desenvolvimento da agricultura como de pastagem, assumindo assim o papel de "fator ecológico" crucial para o desenvolvimento ou regressão dos sistemas florestais em todo o mundo (FERREIRA-LEITE *et al.*, 2013). O fogo, no entanto, também pode se configurar como uma grande ameaça em muitos ecossistemas (GRANGED *et al.*, 2011), sendo considerado um dos temas que oferece desafios às ciências ambientais.

Nota-se que nos dias atuais, os estudos que buscam entender a dinâmica que envolve os incêndios e o ambiente estão cada vez mais relevantes. Esta preocupação por parte da sociedade está tendo como consequência benéfica o desenvolvimento de ferramentas mais eficientes que



contribuem para o entendimento dessa problemática, considerando que a queima de biomassa nos ecossistemas tem sido apontada como um dos principais fatores que causam impactos no clima e na biodiversidade.

No Brasil, o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) é uma das regiões mais assoladas por constantes queimadas (SILVA *et al.*, 2013; GONÇALVES *et al.*, 2011; MESQUITA *et al.*, 2011). A elevada frequência do fogo é preocupante, pois esta é uma região de grande diversidade de paisagem no Brasil (FUNCH *et al.*, 2008). Alguns estudos apontam que, embora a unidade de conservação venha sofrendo queimadas depois da sua criação, determinadas regiões do PNCD não são afetadas por incêndios há muitos anos (MESQUITA *et al.*, 2011).

Historicamente, o Parque Nacional da Chapada Diamantina teve grandes extensões de vegetação campestre, conhecidas localmente como “pastos nativos”, utilizadas como uma fonte natural de alimento para pecuária extensiva e chegaram a comportar milhares de cabeças de gado e outros animais de criação (ICMBio, 2007; GONÇALVES, 2003). A partir de 2003 o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), até então gestor do Parque, iniciou a retirada de boa parte desses rebanhos e instalou um sistema de registro e combate a incêndios que apontou nos anos seguintes uma queda considerável no número de queimadas nestes locais (ICMBio, 2007).

As áreas de vegetação campestres, assim como outras tipologias savânicas, sofrem recorrentes incêndios ao longo do PNCD (FUNCH *et al.*, 2009; NEVES & CONCEIÇÃO 2010; GONÇALVES *et al.*, 2011; MESQUITA *et al.*, 2011). Logo, a diversidade de ambiente campestre existente na área estudada pode ser considerada uma das causas para a existência de recorrentes incêndios. No entanto, a frequência dos incêndios, assim com sua intensidade, tanto pode ser atribuída à fenômenos naturais, a exemplo dos períodos de estiagem, quanto à intervenção antrópica (uso do Parque pelas comunidades, proximidades de assentamentos humanos, atividade turística, bem como a proximidade com estradas de grande circulação de veículos).

Para tanto, as geotecnologias como o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas (SIG) surgem como ferramentas com capacidade de fornecer a informação necessária para o processo de mapeamento e interpretação de dados provenientes de focos de calor e possíveis incêndios. Assim, mapear os incêndios ocorridos ao longo do tempo possibilita gerar um banco de dados histórico que permite acompanhar as tendências e as causas das modificações do uso do solo e, assim, estabelecer políticas públicas voltadas à proteção e à recuperação dos remanescentes florestais (CARVALHO *et al.*, 2008).

As técnicas de sensoriamento remoto para a detecção de queimadas foram introduzidas nos Estados Unidos, com o programa *Project Fire Scan*, no início da década de 1960 (1961-1962), utilizando sensores aerotransportados. Durante oito anos de pesquisa, estudaram-se as características espectrais das queimadas, dos sensores e alvos, até o desenvolvimento, em 1962, de um sistema de imageamento aerotransportado biespectral (3 a 4  $\mu\text{m}$  e 8,5 a 11  $\mu\text{m}$ ) para a detecção de queimadas (HIRSCH, 1971).

No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolve trabalhos de monitoramento desde a década de 1980 (SOUZA *et al.*, 2004), sendo disponibilizado, na internet, um banco de dados com informações sobre focos de calor (<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>). Tais informações são utilizadas por diferentes usuários, como instituições governamentais, pesquisadores, mídia, entre outros. Dentre os usuários, estão os responsáveis pelo combate e o monitoramento de incêndios, como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio); Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PrevFogo), vinculado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a nível estadual, o Programa Bahia Sem Fogo vinculado ao Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA).

Silva *et al.*, 2013 analisou o comportamento espacial e temporal dos focos de calor detectados na área do PNCD durante os anos de 2000 a 2011, evidenciando o padrão espaço/temporal na área de ocorrência. Concluiu que, a disponibilidade de informações detalhadas e atualizadas sobre a localização e extensão das áreas queimadas são fundamentais para monitorar mudanças no uso e cobertura da terra, elaborar modelos atmosféricos e de impactos climáticos devidos à queima de biomassa, e assim entender a dinâmica de ocorrência dos incêndios (SILVA *et al.*, 2013).

Considerando que, os dados de focos de calor extraídos de imagens de satélites para identificação das áreas de ocorrência de incêndios contribuem de forma eficaz na prevenção, no monitoramento e no combate destes eventos, concebeu-se como objetivo desse trabalho, quantificar e analisar o comportamento espacial e temporal dos focos de calor detectados na área do PNCD e sua zona de amortecimento para os anos de 2005 a 2015, definindo assim uma série histórica de dez anos e também atualizando e expandindo o trabalho desenvolvido por Silva *et al.* (2013).

## 2. Metodologia

### 2.1. Área de Estudo

O recorte espacial para o desenvolvimento desse estudo contempla o Parque Nacional da Chapada Diamantina e sua zona de amortecimento, criado pelo Decreto Federal nº 91.655, de 17 de Setembro de 1985, com o objetivo de proteger áreas representativas da Serra do Sincorá, assegurando assim a preservação de seus recursos naturais e proporcionando oportunidades controladas para a visitação, a pesquisa científica, a conservação de sítios e a estruturação de interesses histórico-culturais (ICMBio, 2007).

O Parque compreende uma área de aproximadamente 152.400 hectares, tendo 110 km de comprimento e 27 km de largura máximos, sendo seu perímetro externo cerca de 370 km. Está situado na parte central do Estado da Bahia, a 425 km de Salvador (capital do estado), entre as coordenadas geográficas 12°24'23''S e 13°11'57''S; 41°35'38''W e 41°05'45''W, inserido nos municípios de Andaraí, Ibicoara, Itaitê, Lençóis, Mucugê e Palmeiras, sendo esse último sua sede administrativa (Figura. 01).

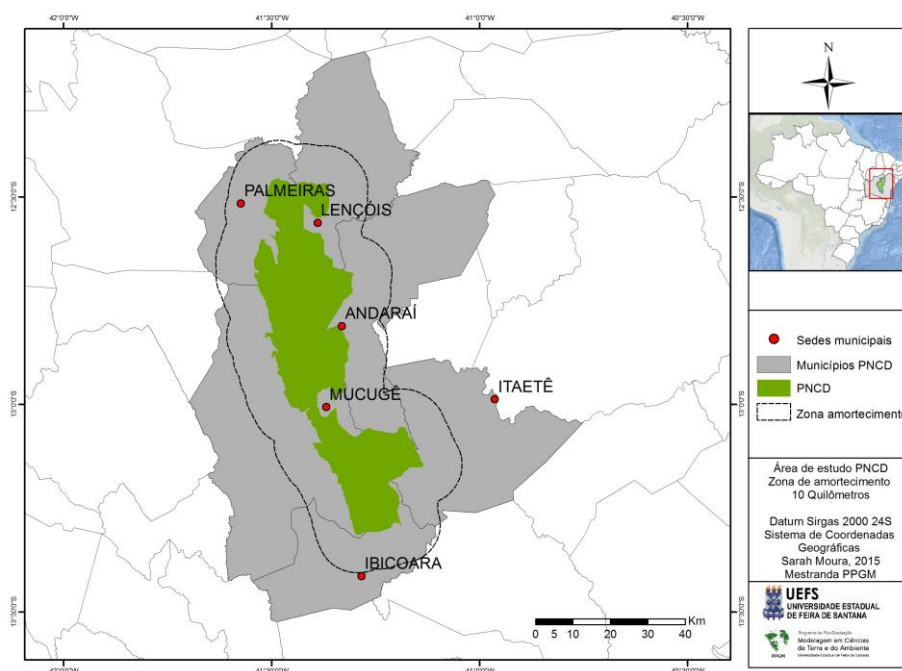


Figura 01 – Mapa de Localização da área de estudo. Parque Nacional da Chapada Diamantina e os municípios que o compõem.

Em relação às suas características físicas, o PNCD corresponde à porção norte da Cadeia do Espinhaço, uma das regiões mais elevadas do Estado da Bahia, formada por um conjunto de suas serras que em sua maioria possui mais de 500 m de altitude (FUNCH *et al.*, 2008). O embasamento rochoso da Chapada Diamantina se constitui, basicamente, de rochas

metassedimentares dos grupos Chapada Diamantina e Bambuí (FRANCA-ROCHA *et al.*, 2004).

O PNCD compreende a zona núcleo de três Reservas da Biosfera: Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga (ICMBio, 2007). Na área estudada, prevalece a vegetação de campo rupestre, que é um dos tipos vegetacionais encontrados nas savanas brasileiras (BATALHA 2011). Os campos rupestres, assim como outras tipologias savânicas, sofrem recorrentes incêndios (FUNCH *et al.*, 2009; NEVES & CONCEIÇÃO 2010; GONÇALVES *et al.*, 2011; MESQUITA *et al.*, 2011) e possuem espécies capazes de recolonizar áreas queimadas. Outro aspecto importante a ser considerado é a hidrografia da região, visto que estão localizadas as nascentes dos rios das bacias do Paraguaçu, do Jacuípe e do Rio de Contas (FUNCH *et al.*, 2008).

## 2.2. Coleta de dados e processamento de dados.

Foi realizado o levantamento dos dados geográficos referentes ao limite da área estudada e dos focos de calor, em formato vetorial, existentes para o PNCD e sua zona de amortecimento e estruturou-se uma base de dados geográficos. Os dados de focos de calor se baseiam em pontos que contém informações sobre os focos, possuindo as seguintes variáveis: coordenadas geográficas (latitude e longitude), data da observação do foco de calor (dia, mês e ano), tipo de satélite e município.

Os dados de focos de calor utilizados nesta pesquisa foram provenientes de sensores a bordo dos satélites de referência utilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que são os satélites cujos dados diários de focos detectados são usados para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões em períodos de interesse, tendo para os anos de 2005 a 2009 o satélite NOAAs e para os anos de 2010 a 2015 o satélite AQUA\_M-T (Tabela I), computados e disponibilizados através do Banco de Dados de Queimadas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), disponível no endereço eletrônico <http://www.cptec.inpe.br/queimadas>.

Tabela I - Características dos satélites de referência.

Satélite	Órbita	Resolução espacial (Km)	Resolução temporal	Canal termal
AQUA/TERRA	Polar	1 x 1	2x2/dia	20 (3.66-3.84 $\mu$ m)
NOAAs	Polar	1,1 x 1,1	2x2/dia	3 (3,55-3,93um)

Fonte: Pereira, 2009.

Em seguida, em ambiente SIG, foi modelado o padrão de distribuição do conjunto de pontos, utilizando-se o estimador de densidade (Kernel). Este interpolador desenha uma vizinhança circular ao redor de cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência, e então é aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança, o valor para a célula é a soma dos valores kernel sobrepostos, e divididos pela área de cada raio de pesquisa (SILVERMAN, 1986). Para tanto, este estimador é comumente utilizado para gerar uma superfície contínua através de dados amostrais (SILVA *et al.*, 2013).

Este processo possibilita uma visão qualitativa dos focos de calor em uma dada região de interesse. Para o processamento foi utilizado o software ArcGIS 10.3 e a sua extensão *Spatial Analyst*. Para fins de melhor representação e análise dos resultados da interpolação, foram definidas seis classes de densidade: 1) sem registro de ocorrência, 2) muito baixa, 3) baixa, 4) média, 5) alta e 6) muito alta.

Para a identificação dos índices pluviométricos da área estudada, foram utilizados dados de valores acumulados mensais de pluviosidade da estação meteorológica de Lençóis – Ba para os anos de 2005 a 2015, obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), no endereço eletrônico <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>.

### 3. Resultados e discussão

Durante os anos de 2005 a 2015 foram registrados 1.325 pontos de focos de calor para as áreas do PNCD e sua zona de amortecimento, assim, foi estruturada uma tabela com o número de focos anuais para cada mês (Tabela II) e se verificou que os anos de maior incidência de focos de calor na área de estudo são 2008, com 475 focos detectados, seguido de 2015, com 250 focos detectados e 2012, com 163 focos. O valor registrado em 2008 representa 35,8% do total de focos de calor, já o registrado em 2015 representa de 18,9%. Este fato pode ser relacionado aos fenômenos meteorológicos ocorridos nestes anos, com o longo período de estiagem e O El Niño, um fenômeno climático que no Brasil produz secas extremas bem como eleva as temperaturas, como avaliado por Silva *et al.* (2013). Já o ano de 2012 registrou 12,3% do total de focos de calor, para os outros anos foram registrados valores que variam desde 8% à 1% dos focos registrados.

A figura 02, compreende toda a série histórica do período estudado, onde se tem os totais de focos de 2005 a 2015 para cada mês, nela visualiza-se conjuntamente todo o número de focos detectados. Ao serem analisados, estes dados revelam um padrão de distribuição ao longo dos meses, onde se verifica uma tendência de crescimento do número de focos entre os meses de setembro a novembro com um declínio entre os meses de novembro e dezembro, corroborando com a delimitação de uma temporada de incêndios para a região do PNCD. Para o período

estudado o mês de setembro representa 7,2% do total dos focos de calor, outubro 26,6 % dos focos, novembro 37,9 % dos focos e dezembro 10,3% dos focos (Tabela II).

Tabela II - Focos de calor detectados entre 2010 e 2015 no PNCD e zona de amortecimento pelos satélites NOAAs e Aqua\_M-T.

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média mensal
Mês												
<b>Janeiro</b>	0	13	2	16	0	0	0	0	11	0	11	<b>4,0</b>
<b>Fevereiro</b>	2	15	4	9	0	1	0	5	0	1	0	<b>2,8</b>
<b>Março</b>	2	0	5	1	1	0	0	28	27	1	3	<b>5,1</b>
<b>Abril</b>	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	<b>1,1</b>
<b>Maio</b>	0	1	1	1	0	0	0	4	1	0	0	<b>0,6</b>
<b>Junho</b>	0	0	5	0	1	0	2	8	2	2	0	<b>1,5</b>
<b>Julho</b>	1	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	<b>0,5</b>
<b>Agosto</b>	4	0	1	12	1	2	3	5	3	0	0	<b>2,3</b>
<b>Setembro</b>	6	2	8	10	13	7	8	4	5	8	25	<b>7,2</b>
<b>Outubro</b>	64	10	29	100	4	32	4	73	12	5	19	<b>26,6</b>
<b>Novembro</b>	23	0	49	324	0	6	0	2	2	2	94	<b>37,9</b>
<b>Dezembro</b>	6	6	7	0	0	2	0	16	0	2	98	<b>10,3</b>
<b>Média anual</b>	<b>8,2</b>	<b>3,5</b>	<b>8,4</b>	<b>35,8</b>	<b>1,5</b>	<b>3,8</b>	<b>1,3</b>	<b>12,3</b>	<b>4,8</b>	<b>1,6</b>	<b>18,9</b>	

Fonte: CPTEC, INPE.

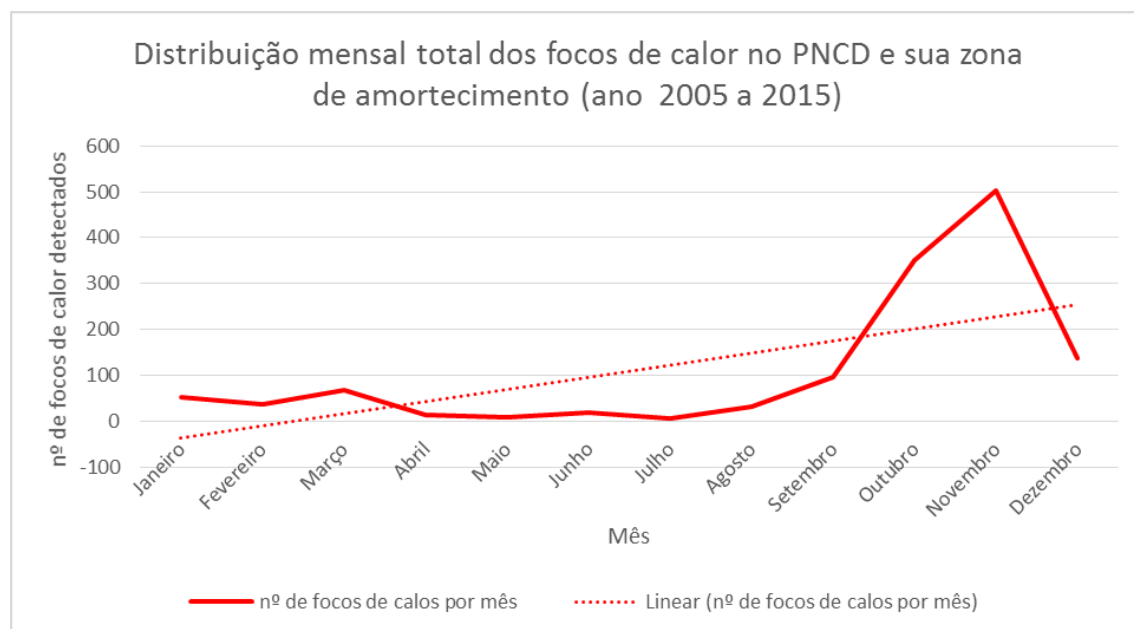


Figura 02 – Distribuição mensal total dos focos de calor no PNCD e zona de amortecimento para os anos de 2005 a 2015. A linha em vermelho representa os dados de focos de calor por mês. A linha em vermelho pontilhado representa a linha de tendência linear.

Fonte: CPTEC – INPE.

Neste período do ano, o material combustível torna-se altamente inflamável, pois há uma redução acentuada nos níveis de umidade, bem como, aumento da temperatura. Fato relacionado aos níveis de precipitação nos meses anteriores ao início da temporada de incêndio, os quais apresentam níveis baixos de precipitação entre os meses de maio a setembro, tal como o aumento da temperatura máxima entre os meses de julho, agosto, setembro e outubro (Figura 03), possibilitando assim condições propícias para a ocorrência de incêndios.

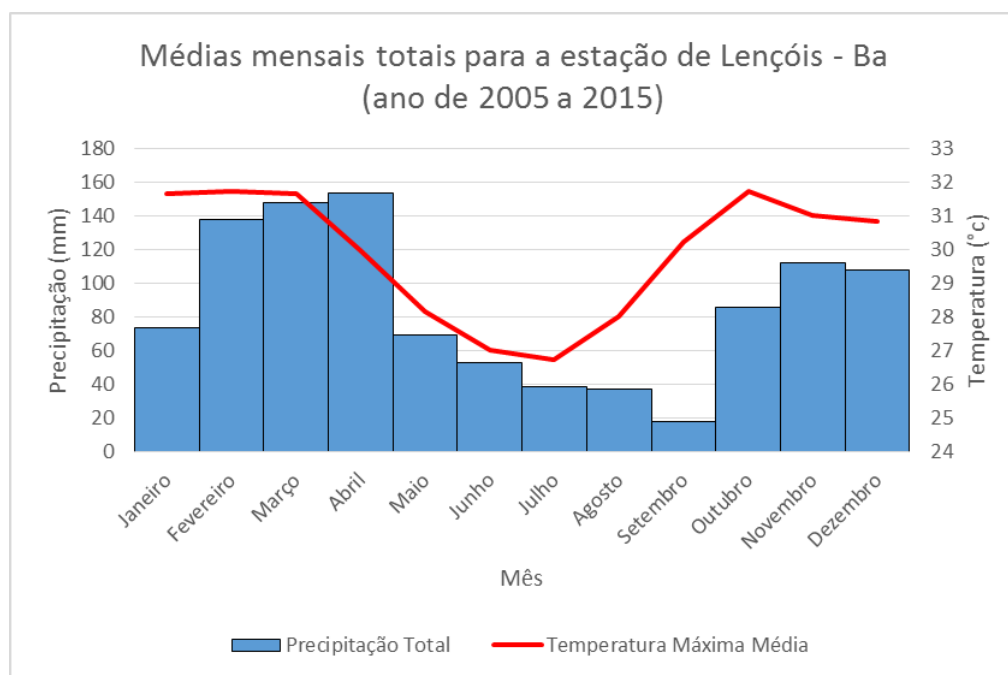


Figura 03 – Precipitação e temperatura média mensal total para estação de Lençóis – Ba, Brasil. Em azul é representado os dados pluviométricos. A linha vermelha representa os dados de temperatura.

Fonte: INMET.

A ocorrência anual dos focos registrados pelos sensores revela o comportamento espacial dos mesmos na área estudada ao longo de uma escala temporal. Para tanto, a ocorrência dos focos para a área do PNCD e da zona de amortecimento variam ao longo dos anos (Tabela III). Logo é importante chamar atenção para os anos que apresentaram maior número de focos 2008 e 2015 sendo os únicos apresentarem maior número de ocorrência dentro dos limites do PNCD em relação a zona de amortecimento. Em 2008 para o total dos focos identificados, 51,9% são na área do PNCD e 47,1% na área da zona de amortecimento. Já para ano de 2015, 71,2 % dos focos ocorreram dentro dos limites do PNCD e 28,8% na área da zona de amortecimento. O que chama atenção para o fato dos dois anos que representam o maior número de focos identificados apresentarem maiores ocorrência dentro dos limites do Parque Nacional.

Tabela III – Porcentagem da ocorrência dos focos de calor detectados entre 2010 e 2015 para a área do PNCD e para a área da zona de amortecimento pelos satélites NOAAs e Aqua\_M-T.

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Focos</b>											
<b>% PNCD</b>	41,7	16,7	28,1	51,9	4,8	24,5	11,8	24,5	55,6	61,9	71,2
<b>% Zona de Amortecimento</b>	58,3	83,3	71,9	48,1	95,2	75,5	88,2	75,5	44,4	38,1	28,8

Fonte: CPTEC, INPE.

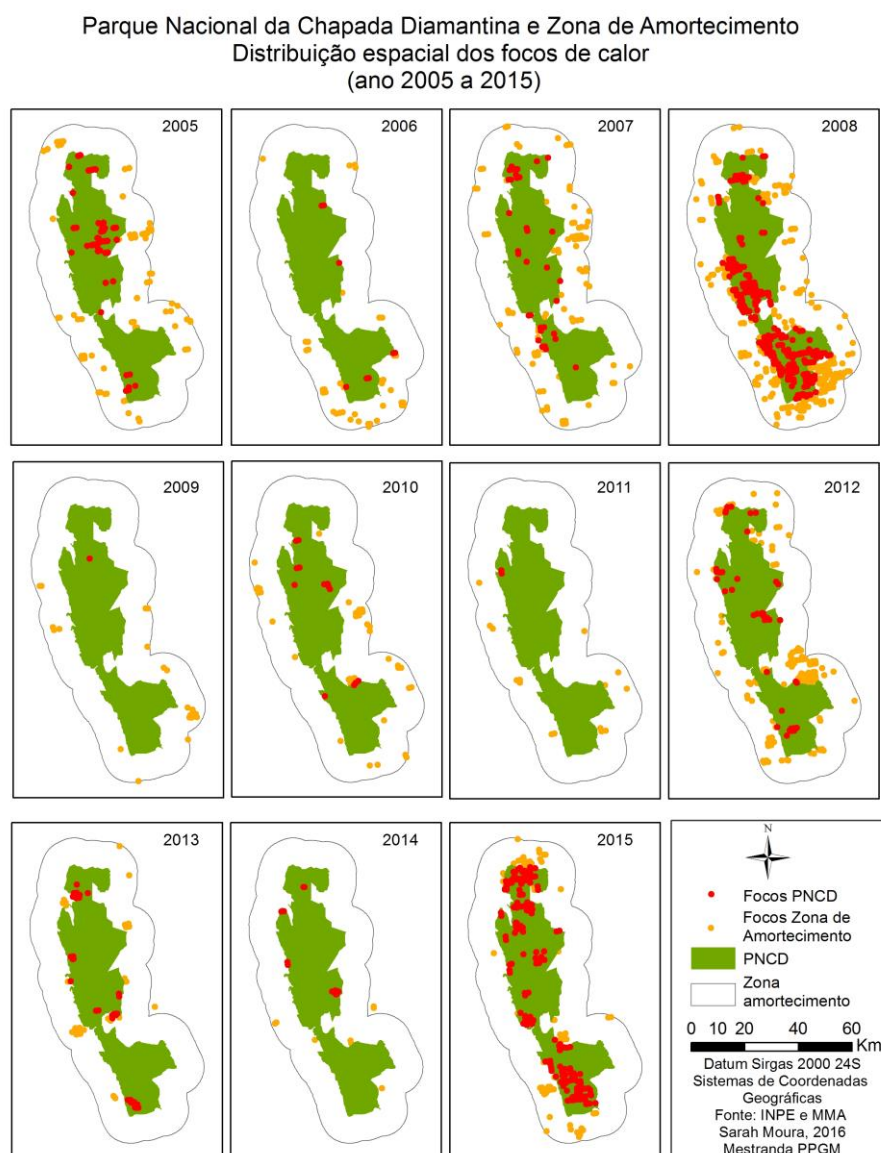


Figura 04 – Mapas de distribuição espacial dos focos de calor detectados pelos sensores dos satélites NOAAs e AQUA\_M-T para os anos de 2005 a 2015. Em vermelho os focos de calor detectados dentro do limite do Parque Nacional da Chapada Diamantina. Em laranja os focos de calor detectados na zona de amortecimento.

Nos mapas de distribuição espacial dos focos (Figura 04), aplicou-se o estimador de densidade Kernel o qual se faz interessante neste estudo, pois, fornece uma visão geral da distribuição



espacial dos pontos, sendo possível apurar a intensidade pontual dos focos de calor de toda área do PNCD e zona de amortecimento e com isso verificar as regiões críticas dentro desta delimitação para o período abrangido neste trabalho, que vai de janeiro de 2005 a dezembro de 2015.

Os mapas de Kernel para os anos de 2005 a 2015 (Figura 05) apresentam os resultados da interpolação dos focos de calor, estimando a densidade, considerando que melhoram a análise em relação a sua distribuição. Logo, os dados apurados demonstram que para cada ciclo anual se apresentam densidades em regiões distintas, posto que, para cada ano manchas com diferentes densidades estão localizadas em diferentes locais.

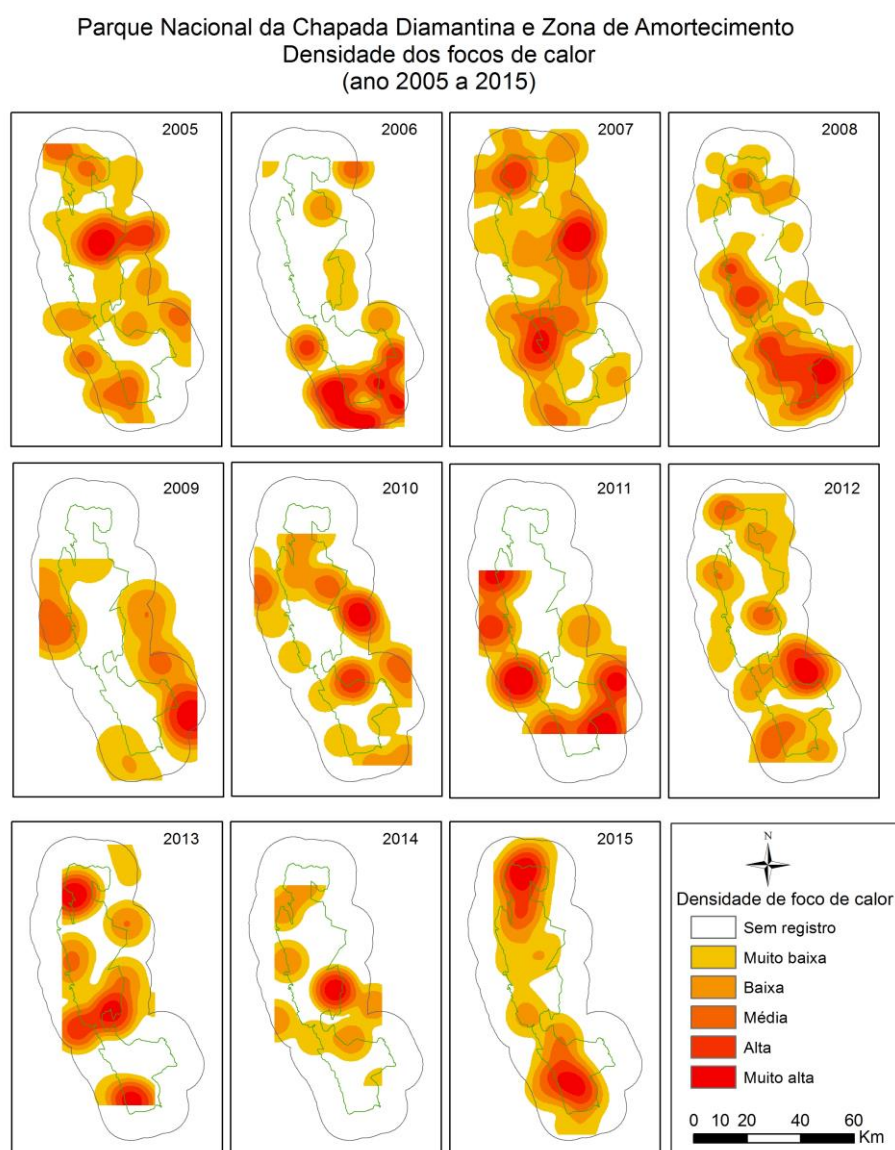


Figura 05. Mapa de densidade dos focos de calor detectados pelos sensores dos satélites NOAAs e AQUA\_M-T para os anos de 2005 a 2015.

Para tanto, foram identificadas manchas com densidade muito alta, em tom de avermelhados, densidade alta representada por manchas em tom de vermelho-alaranjado, manchas com densidade média, em tom de laranja mais forte, as classes de densidade baixa e muito baixa, representadas por manchas em tom de laranja claro e amarelo, respectivamente, e foram encontradas ainda, área sem registro de ocorrências dos focos de calor, estas aparecem na cor branca ao longo da área do PNCD e zona de amortecimento.

#### 4. Conclusão

Observou-se que os focos de calor se concentraram em diferentes áreas ao longo dos anos estudados. Na análise do comportamento temporal dos focos, concluiu-se que os meses com maior número de focos de calor são os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro, e que os anos que apresentam maiores números de focos são 2008 e 2015 que correspondem aos períodos de ocorrência de El Niño.

A utilização do estimador de densidade Kernel na análise do comportamento espacial dos focos de calor foi de grande relevância e a partir da sua aplicação foi possível obter informações qualitativas sobre a distribuição dos focos na área de estudo. Porém, é necessário realizar estudos comparativos para tentar entender o padrão de distribuição, considerando a análise de sobreposição de áreas com diferentes densidades para os diferentes anos.

Cabe ressaltar que os dados de focos de calor são indicadores de queimadas, mas apesar disso, não fornecem informações diretas sobre a extensão da área queimada. No entanto, tais produtos representem bem aspectos da distribuição espacial e temporal dos focos e podem ser usados como elemento de análise, especialmente na ausência de registros de queimadas.

Por fim, o desenvolvimento desse estudo demonstra a necessidade de entender melhor a dinâmica dos incêndios na região do Parque Nacional da Chapada Diamantina e sua zona de amortecimento em função das atividades humanas e da vegetação e fazer análises comparativas.

#### 5. Bibliografia

- Batalha, M. A. (2011). *O cerrado não é um bioma. Biota Neotropica*.11: 21–24.
- Bento-Gonçalves, A.; Vieira, A.; Úbeda, X.; Martín, D.. (2012). *Fire and soils: key concepts and recent advances Geoderma* 191: 3-13 December.
- Carvalho, L. M. T.; Scolforo, J. R. S.; Candeias, H. Tendências de ocupação do solo nas áreas modificadas. In: Carvalho, L. M. T.; Scolforo, J. R. S. (Ed.). *Inventário florestal de Minas Gerais*. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, p. 329-354.
- Ferreira-Leite, F.; Lourenço, L.; Bento-Gonçalves, A.. (2013). *Large forest fires in mainland Portugal, brief characterization Méditerranée* 121: 53-66.

- Franca-Rocha, W. J. S., Nolasco, M. C., Lima, C. C. U. (2004). *A Chapada Diamantina e a Serra do Sincorá - Aspectos Físicos. In: Serra do Sincorá - Parque Nacional da Chapada Diamantina e seu entorno.*
- Funch, L. S.; Santana, R. (2008). *Serra do Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina. Radami.*
- Gonçalves, C.N. (2003). *Dezoito mil cabeças de gado que ameaçavam o Parque Nacional da Chapada Diamantina – análise do problema e perspectivas oriundas da retirada dos animais. Informativo PNCD. 2: 10-11.*
- Gonçalves, N. G.; Mesquita, F. W.; Lima, N. R. G.; Coslope, L. A.; Lintomen, B. S. (2011). *Recorrência dos Incêndios e Fitossociologia da Vegetação em Áreas com Diferentes Regimes de Queima no Parque Nacional da Chapada Diamantina. Biodiversidade Brasileira. Ano I, No 2, 161-179.*
- Granged, A. J.P.; Jordán, A.; Zavala, L. M.; Muñoz-Rojas, M.; Mataix- Solera, J. (2011). *Short-term effects of experimental fire for a soil under eucalyptus forest (SE Australia). Geoderma 167-168 125–134.*
- Hirsch, Stanley N. (1971). *Application of infrared scanners to forest fire detection. Paper presented at international Remote Sensing Workshop. Michigan.*
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2015. Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Disponível em: < <http://www.inpe.br/queimadas>>. Acesso em: 08/05/2015.
- Mesquita, F. W.; Lima, N. R. G.; Gonçalves, C. N.; Berlinck, C. N. E Lintomen, B. S. (2011). *Histórico dos incêndios na vegetação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, entre 1973 e abril de 2010, com base em imagens Landsat. Revista Biodiversidade Brasileira, n.2, p.228-246.*
- Neves, S. P. S. & Conceição, A. A. (2010). *Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. Acta bot. bras. 24(3): 697-707.*
- Pereira, A. A. (2009). *Uso de geotecnologia para detecção e análise de queimadas e focos de calor em unidades de conservação no norte de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado – Lavras: UFLA.*
- Silva, T. B.; Franca-Rocha, W. J. S.; Angelo, M. F. (2013). *Quantificação e análise espacial dos focos de calor no Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.*
- Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis. Nova York: Chapman and Hall.*
- Souza, P. A. L.; Sismanoglu, R. A.; Longo, K. M.; Maurano, L. E.; Recuero, F. S.; Setzer, A. W.; Yoshida, M. C. (2004). *Avanços no monitoramento de queimadas realizado no INPE. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13. 2004, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia.*

## IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A PERDA DE SOLO NA REGIÃO DO GURUPI, AMAZÔNIA LEGAL MARANHENSE.

T. C. S. Rodrigues<sup>(a)</sup>, J. C. Viegas<sup>(b)</sup>, M. S. Furtado<sup>(c)</sup>, M. M. Passos<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup>Departamento de Geografia, UNESP/FCT-PP  
taissageo@hotmail.com

<sup>(b)</sup>Departamento de Ciências Humanas, UFMA – Grajaú  
josueviegasgeo@hotmail.com

<sup>(c)</sup>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE  
marcinhageo@yahoo.com.br

<sup>(d)</sup>Departamento de Geografia, UNESP/FCT – PP  
mmpassos86@gmail.com

### Resumo

A Amazônia Legal Maranhense enfrenta problemas de cunho ambiental e social. O desmatamento, queimada e problemas consequentes destes processos são recorrentes na área de estudo. Devido a isso os estudos na região começaram a se intensificar para auxiliar no planejamento e gestão. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é identificar as áreas vulneráveis à perda de solo na região do Gurupi, Amazônia Legal maranhense. Para alcançar esse objetivo utilizou-se a metodologia proposta por Crepani et al. (1996) e fundamentada no conceito de Ecodinâmica (Tricart, 1977). Dados os pesos para cada unidade foi possível identificar que as áreas mais vulneráveis ficam mais próximas do litoral e nas áreas que são realizadas atividades pecuárias, agrícolas e pequenas manchas urbanas.

### 1. Introdução

A Amazônia Legal Maranhense enfrenta diversos problemas ambientais e sociais. Populações tradicionais estão perdendo áreas de terra para madeireiros e pecuaristas que implementaram nessa região seus sistemas de exploração. Consequentemente, problemas como desmatamento, queimadas e erosão estão ocorrendo com mais intensidade e chama uma maior atenção de pesquisadores e estudiosos de diversas áreas.

Aragão e Shimabukuro (2010), analisaram uma série temporal de focos de calor (1998 a 2006), detectados pelo sensor AVHRR do satélite NOAA-12, e quantificaram uma tendência de aumento de queimadas em 42% na Amazônia brasileira. Para explicar esse fenômeno, Aragão *et al.* (2013), afirmaram que o principal fator que levou a essa mudança são as atuais atividades relacionadas ao uso da terra, que retiram a floresta densa e a converte em floresta secundária. O Maranhão é o estado que apresenta as maiores taxas de desmatamento e recentemente vem sofrendo com intensos processos de queimadas na área da Amazônia, atingindo comunidades tradicionais tais como terras indígenas.

Esses problemas ambientais e a intensa transformação da cobertura e uso da terra chamaram a atenção para a realização deste trabalho sobre a vulnerabilidade à perda de solo dessa área. Dessa forma, o objetivo foi identificar áreas vulneráveis à perda do solo na área da Amazônia Legal Maranhense, especificamente na região do Gurupi, a fim de subsidiar o Zoneamento Ecológico Econômico da região e melhores técnicas de manejo. Para alcançar este objetivo foi utilizado a metodologia proposta por Crepani *et al.* (1996) e fundamentada no conceito de Ecodinâmica (Tricart, 1977).

## **2. Localização**

A área de estudo está inserida na Amazônia Legal, localizada a oeste do meridiano 44° no Estado do Maranhão (Feitosa e Trovão, 2008). O oeste maranhense faz parte do que hoje é considerado o recorte territorial da Amazônia Legal brasileira. Este termo foi criado em 1953, por meio da Lei 1.806, de 06.01.1953, (criação da SPVEA), em que foram incorporados à Amazônia Brasileira, o Estado do Maranhão (oeste do meridiano 44°), o Estado de Goiás (norte do paralelo 13° de latitude sul atualmente Estado de Tocantins) e Mato Grosso (norte do paralelo 16° latitude Sul). Por meio desta Lei, esse espaço ficou conhecido como Amazônia Legal para fins de planejamento e gestão.

A pesquisa está inserida na Mesorregião Geográfica Oeste do estado (IBGE, 2013), e especificamente na Microrregião do Gurupi (Figura 1), onde ficam inseridos os seguintes municípios: Amapá do Maranhão, Boa Vista do Gurupi, Cândido Mendes, Carutapera, Centro do Guilherme, Centro Novo do Maranhão, Godofredo Viana, Governador Nunes Freire, Junco do Maranhão, Luís Domingues, Maracaçumé, Maranhãozinho, Turiaçu e Turilândia. É uma área importante do ponto de vista ambiental e social, pois apresenta nascentes de rios, biomas de transição e a Reserva Biológica do Gurupi, que é constantemente modificada nas bordas (Martins e Oliveira, 2011) e terras indígenas.

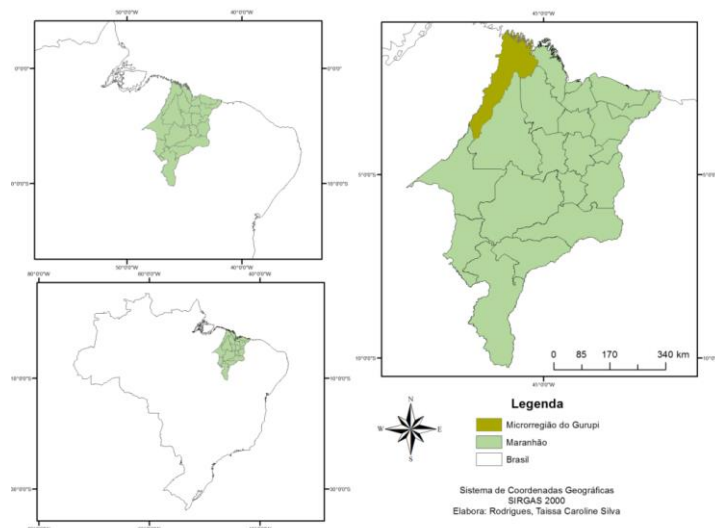


Figura 1 - Localização da área de estudo.

### 3. Caracterização da Área

A Geologia da área predomina as formações Itapecuru do período Cretáceo, que apresenta arenitos finos, silticos, amarelo acinzentado, calcífero com restos de plantas e intercalações de folhelhos (Feitosa e Trovão, 2008). Além disso é formado pela formação Ipixuna mais ao sul da região, já na parte mais central da região tem-se a presença do cinturão do Gurupi, caracterizado por um conjunto de rochas metamórficas e ígneas formadas a partir da colisão de duas placas tectônicas pretéritas (CPRM, 2013) (Figura 2).

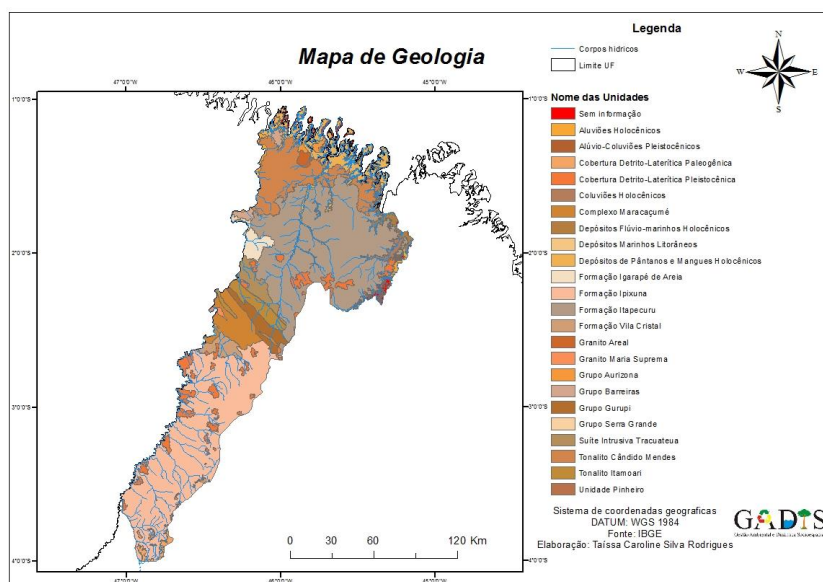


Figura 2 - Espacialização da geologia da Microrregião do Gurupi

A mineração mais antiga no território maranhense é a extração do ouro em áreas de garimpo da região do Gurupi, conhecido como ouro de aluvião, podendo ser encontrado também nos vales

dos rios Tocantins e Mearim. Segundo Feitosa e Trovão (2008), inicialmente essas atividades eram realizadas com técnicas rudimentares, atualmente os garimpeiros empregam motores de porte médio para movimentar as massas rochosas e usam o mercúrio para decantar o minério.

Segundo Feitosa e Trovão (2008), as características da litogia sedimentar dominante produzem grande variedade de tipos de solos, sendo possível a identificação de 19 tipos dentre os quais se destacam 7 grupos que ocupam 90,2% da superfície estadual. Assim como no restante do estado do Maranhão, os solos que apresentam maior representatividade na área de estudo são os Latossolos, Plintossolos e Argissolos (Figura 3).

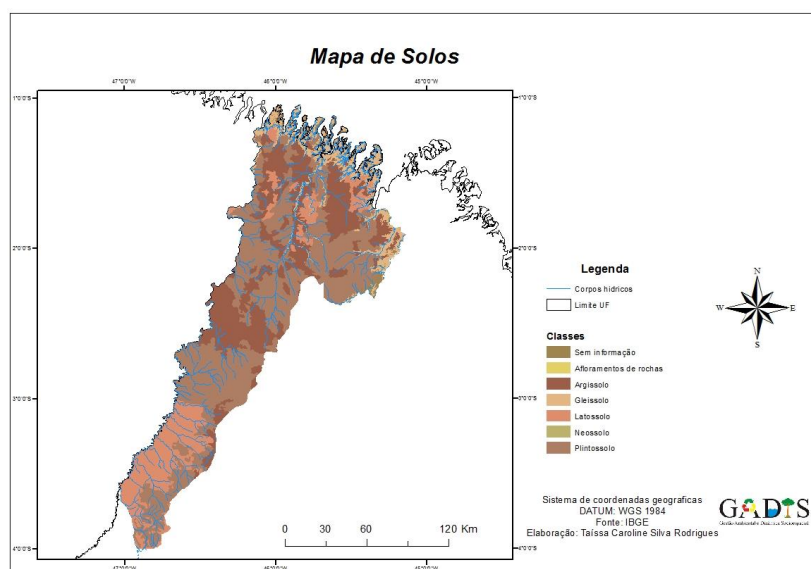


Figura 3 - Espacialização dos tipos de solos da Microrregião do Gurupi

O relevo do território maranhense apresenta feições típicas da litologia dominantes nas três bacias sedimentares submetidas a longos períodos de atividades dos agentes externos, modelando as formas tabulares e subtabulares das superfícies erosivas e deposicionais. A área de estudo apresenta um relevo ondulado que varia entre 0 a 158 m de altitude e uma declividade que varia de 0 a 24% (Figura 4).

Pela sua localização, o território maranhense recebe altos índices de radiação solar, o que reflete as altas temperaturas médias, superiores a 22°C. Em função dessas altas temperaturas e da contiguidade com a Floresta Amazônica e com o Oceano Atlântico, áreas emissoras de umidade, as precipitações pluviométricas distribuem-se no Maranhão com níveis de 800 a 2800 mm por ano. Na região estudada as médias de temperaturas anuais ficam entre 26° e 27°C com precipitação entre 1500 a 2800 mm (FEITOSA E TROVÃO, 2008) (Figura 5).

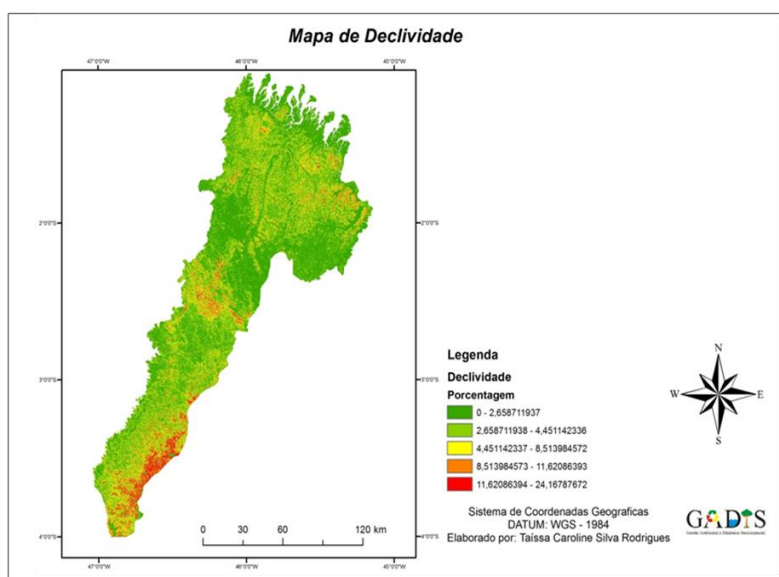


Figura 4 - Declividade da Microrregião do Gurupi

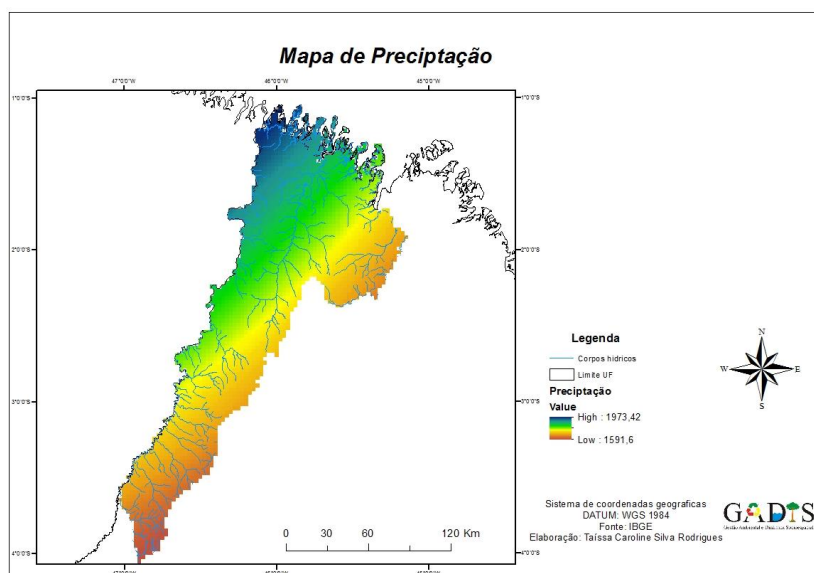


Figura 5 - Espacialização das taxas de precipitação anuais

A vegetação do estado do Maranhão reflete o caráter transicional entre o clima semi - árido do Nordeste e os climas úmidos e subúmidos da região do Norte (Maranhão, 2002). A vegetação nativa dessa área é coberta pela Floresta Estacional, ombrofila densa, com árvores com porte entre 50 e 20 metros. Atualmente esse tipo de cobertura perdeu espaço para áreas de pastagens, urbanas, agrícolas e vegetação secundária (Figura 6). Na parte mais ao norte da região, são encontradas áreas de manguezais, em que nas zonas mais preservadas, possui árvores de até 25 metros de altura, destacando-se o Manguê vermelho e o Manguê branco.



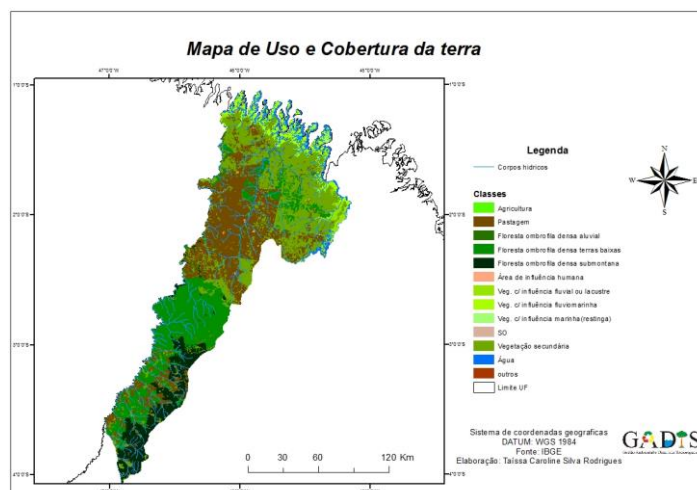


Figura 6 - Espacialização dos tipos de solos da Microrregião do Gurupi

## 4. Metodologia

### 4.1. Materiais

Para a realização deste trabalho foram utilizados conhecimentos e informações disponibilizadas por instituições públicas, dados produzidos por estudos anteriores sobre o tema e a área de estudo, bem como a geração de dados, a saber:

- ❖ Imagens *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução espacial de 90 metros para extração de dados geomorfométricos da área de estudo com articulação compatível na escala 1:250.000 (IBGE);

- ❖ Informações vetoriais e mapas temáticos com os limites territoriais da mesorregião e das microrregiões, bem como dos municípios, dados geológicos, geomorfológicos, clima, hidrografia, vegetação, solos, e unidades de conservação, que foram encontrados em páginas do IBGE, EMBRAPA, IBAMA, ANA, INPE e no ZEE - MA.

Emprego e manipulação dos seguintes softwares:

- ❖ Arcgis 10.0: para a geração do banco de dados e realização da álgebra de mapas;
- ❖ SPRING: para geração da declividade;
- ❖ Surfer: para a realização da espacialização da precipitação

### 4.2. Procedimentos Metodológicos

Para a realização do trabalho foi necessário seguir as etapas apresentadas no fluxograma:

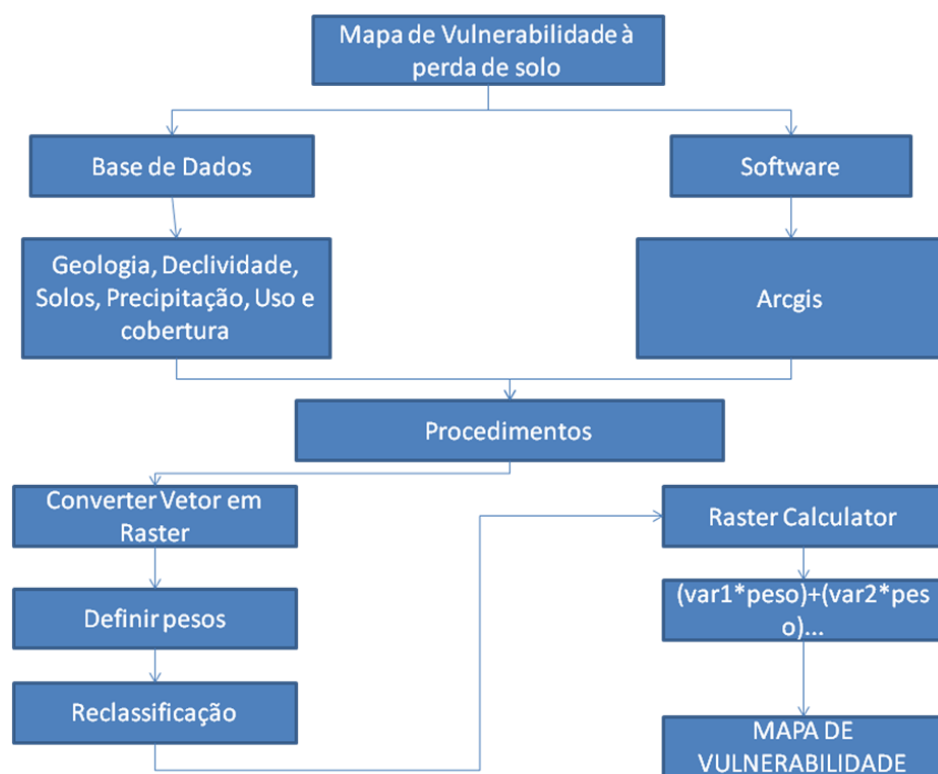


Figura 7: Etapas realizadas para a geração do mapa de vulnerabilidade

**Geração do banco de dados:** Os dados utilizados no trabalho foram adquiridos no site da EMBRAPA, INPE, IBGE e no *Joint Institute for the Study of Atmosphere and Ocean*. Após a aquisição, os dados foram encaminhados para o programa Arcgis onde foi criado o banco de dados. Com exceção do dado de Declividade e precipitação. A declividade foi gerada por meio da SRTM no software SPRING 5.1.8 e depois levada para o Arcgis 10.1, enquanto que a precipitação foi espacializada no software Surfer.

**Geração da declividade:** Para a geração da declividade foi utilizado imagens do Radar SRTM adquiridas no site da EMBRAPA. A missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) foi realizada em conjunto pela agência espacial norte-americana (*National Aeronautics and Space Administration* - NASA), a *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA), o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) e as agências espaciais alemã (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* - DLG) e italiana (*Agenzia Spaziale Italiana* - ASI) em fevereiro de 2000, para mapear o relevo da área continental da Terra com interferometria de radar de abertura sintética (InSAR), entre 60° de latitude norte e 54° de latitude sul, o que corresponde à aproximadamente 80% das áreas emersas do planeta (Grohmann et al. 2008).

Em janeiro de 2002, a NASA iniciou a distribuição pública destes pequenos conjuntos de dados de locais dentro dos Estados Unidos. Enfim, foram gerados MDE sob resolução de 30m (a rigor,

em coordenadas geográficas, como 1 arco segundo, ou 1'', ou ainda 0,000277o ) para os Estados Unidos e planejados sob 90m (a rigor, 3'' ou 0,000833o ) para o resto do mundo, embora estas questões ainda estejam em discussão pela NASA e pela NIMA (Valeriano, 2004).

**Geração da precipitação:** A precipitação foi adquirida no site *Joint Institute for the Study of Atmosphere and Ocean* e especializada no software Surfer utilizando o interpolador Krigagem que , se baseia em modelos estatísticos da variabilidade espacial, ajustados à realidade apresentada pela amostra de pontos conhecidos.

**Converter Vetor em Raster:** Após a importação dos dados e a espacialização da precipitação, foi necessário transformar os arquivos que estavam em formato de vetor, solo, geologia e uso e cobertura, para o formato matricial ou seja em arquivos raster. A partir disso foi definindo os pesos de cada classe desses mapas temáticos.

**Definir pesos:** Dando sequência ao trabalho, foi necessário a adoção de pesos para cada classe de cada unidade. Os pesos foram gerados a partir de referências da EMBRAPA, IBGE.

**Geração do mapa:** Após a definição dos pesos foi realizado a Reclassificação e daí utilizou-se a ferramenta Raster Calculator para dar pesos a cada Mapa temático (Precipitação, Geologia, Declividade, Uso e cobertura e Solos) que compõem cada unidade territorial básica, que recebeu posteriormente um valor final, resultante da média aritmética dos valores individuais segundo a equação (Equação 1), que buscou representar a posição desta unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural à perda de solo.

$$V = (P+G+D+U/C+S)/5 \quad \text{eq. 1}$$

$$V = (0,15 + 0,2 + 0,2 + 0,25 + 0,2)/5$$

Onde:

P = precipitação

G = geologia

D = declividade

U/C = uso e cobertura

S = solos

Após a aplicação da álgebra de mapas foi gerado um mapa de vulnerabilidade à perda de solo que teve valores entre 1 e 3. As áreas que apresentaram maior estabilidade foram representadas por valores mais próximos de 1, as áreas de estabilidade intermediária foram representadas por valores próximos de 2, enquanto que as áreas mais vulneráveis apresentaram valores mais próximas de 3 (Crepani e Medeiros, 2004).

## 5. Resultados e Discussões

Para a geração do mapa de vulnerabilidade precisou-se dar os pesos a cada unidade utilizada como PI. Sendo assim as áreas com valores mais próximos de 3, em geral foram locais que tem um uso mais intensificado, ou seja áreas que se tem a pastagem e agricultura como principais atividades econômicas. Isso foi notado principalmente na área norte da região do Gurupi. Além das formas de uso da terra, essa área apresenta solos como os Gleissolos, Argissolos e Plintossolos, que são solos que apresentam uma facilidade maior de serem deslocados e uma má drenagem (Figura 9 e 10).

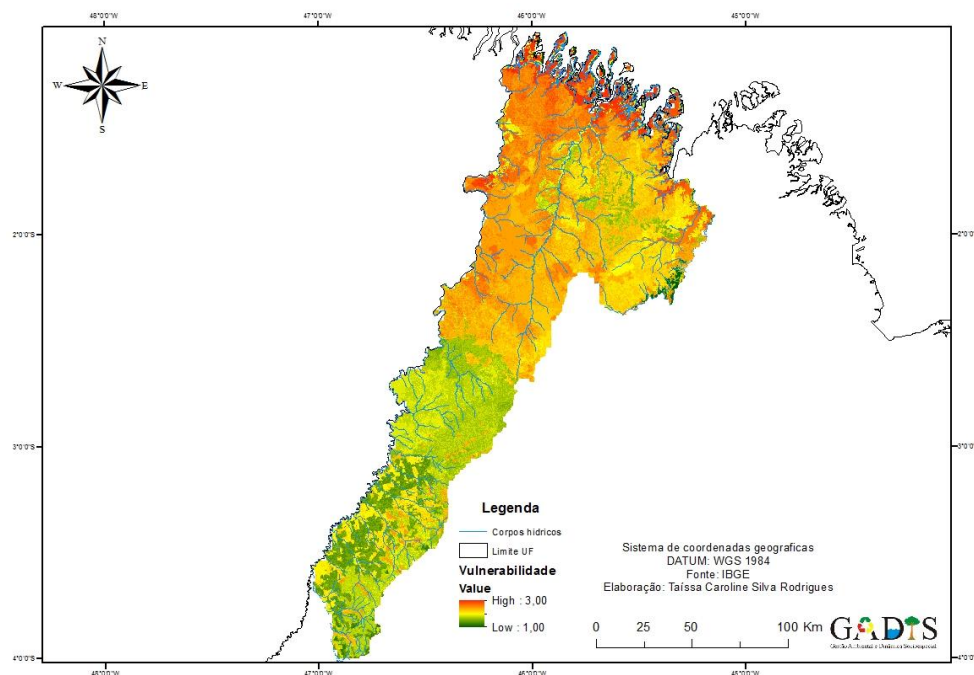


Figura 9 - Mapa de vulnerabilidade

No extremo norte da região, mais próximo da área de praia, a vulnerabilidade à perda de solo atingiu os maiores valores devido a existência de um solo mais arenoso, altos índices de chuva e velocidade do vento.

Os valores mais próximos de 1 foram identificados na região sul da área estudada, em que apresentou uma menor vulnerabilidade à perda de solo. Isso pode estar atrelado ao tipo de cobertura e uso dessa área, ou seja, a área apresenta uma cobertura maior de Floresta Ombrofila densa ou aberta. Além disso nessa área se tem a ocorrência do grupo Gurupi, que apresenta rochas metamórficas e ígneas, assim como apresenta latossolos que são solos bem estruturados e muito porosos, o que lhe dá uma menor taxa de erodibilidade.

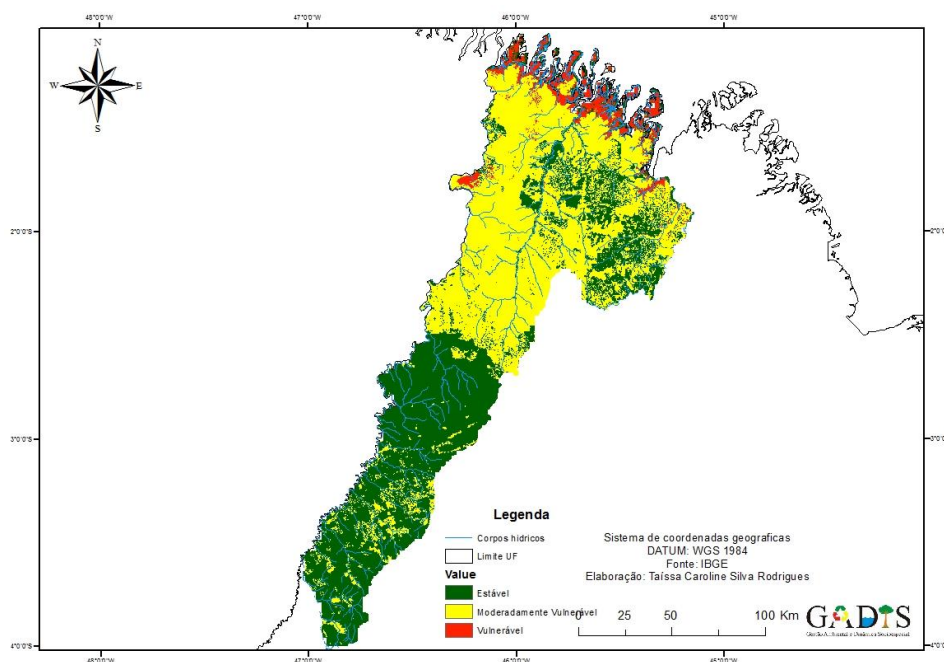


Figura 10 - Mapa de vulnerabilidade em classes

Outro fator que chamou atenção é que ao cruzar o mapa de vulnerabilidade com as áreas indígenas se percebeu que são as áreas que apresentam menor vulnerabilidade à perda de solo. Fato que pode ser explicado devido a forma com que os recursos naturais são tratados pelas comunidades tradicionais, ou seja, há uma menor taxa de desmatamento e uma maior preservação dessas áreas (Figura 11).

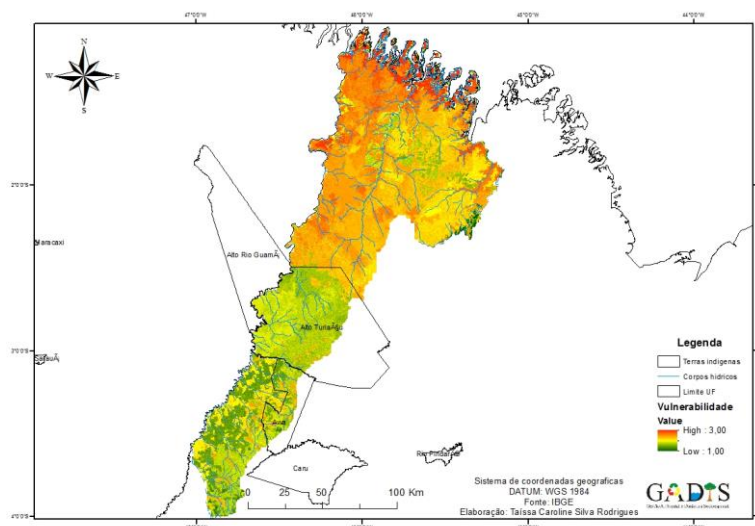


Figura 11 - Mapa de vulnerabilidade e as terras indígenas

## 6. Considerações Finais

A Microrregião do Gurupí, situada na Amazônia Legal Maranhense, apresentou, nos últimos anos, diversos problemas ambientais e conflitos sociais. Estudos demonstram que as taxas de queimada e desmatamento vem crescendo e com isso geram outros problemas como o aumento do lançamento de gases poluentes na atmosfera, a diminuição do sequestro desses mesmos gases além de processos erosivos.

Percebeu-se que o uso do Geoprocessamento serviu como uma técnica para auxiliar no monitoramento e gestão dessas áreas que precisam de um olhar mais apurado devido a sua importância dentro de um ecossistema. Porém a técnica computacional não neutraliza a importância das jornadas de campo. Essa por sua vez é de grande valia pois mostra se os dados gerados conferem com a realidade terrestre.

Para a continuação deste trabalho pretende-se fazer idas a campo para a validação dessas informações e evoluir para um mapa de Hierarquização de áreas prioritárias à preservação e recuperação que vão auxiliar entidades governamentais.

## 7. Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão - FAPEMA, pelo financiamento das atividades de pesquisa.

## 8. Bibliografia

Aragão, L.E.O; Shimabukuro, Y.E, Cardoso, M; Anderson L,O, Lima, A e Poulter, B (2013). Frequências de queimadas durante secas recentes. in: Secas na Amazônia: Causas e consequências. org: Laura de Simone Bormo e Carlos Afonso Nobre. São Paulo.

Aragão, L. E. O. C., & Shimabukuro, Y. E. (2010). The incidence of fire in Amazonian forests with implications for REDD. Science (New York, N.Y.), 328(5983), 1275–8. doi:10.1126/science.1186925.

Bertrand, Georges (1971). Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra,.

BRASIL. Lei Nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Seção 1 - 7/1/1953, Página 276. Disponível em <[http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1950-1959/lei-1806-6-janeiro-1953-367342\\_publicacaooriginal-1-pl.html](http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1950-1959/lei-1806-6-janeiro-1953-367342_publicacaooriginal-1-pl.html)>. Acesso em: 18 de agosto de 2013.

Crepani, E. & Medeiros J.S. de - Imagens Fotográficas Derivadas de MNT do Projeto SRTM para Fotointerpretação na Geologia, Geomorfologia e Pedologia. São José dos Campos: INPE, ago. 2004. 40 p. (INPE-11238-RPQ/761)

CPRM (2013). Geodiversidade do estado do Maranhão / Organização Iris Celeste Nascimento. – Teresina.

Feitosa, A. C. Trovão, J. R (2008). Atlas escolar do Maranhão: Espaço Geo - Histórico e Cultural, João Pessoa: Grafset.

Grohmann, C.H.; Riccomini, C.; Steiner, S.S (2008). Aplicação de modelos de elevação SRTM em geomorfologia. *Revista de Geografia Acadêmica*, v.2 n. 2, p. 73-83.

Hogan, D. J.; D'Antona, Á de O.; Carmo, R. L. do (2008). Dinâmica demográfica recente da Amazônia. In: Batistella, M.; Moran, E. F.; Alves, D. S.; (Org.). *Amazônia: Natureza e Sociedade em Transformação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.. p. 74 - 303.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Divisão Territorial Brasileira. 2013. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_dtb\\_int.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_dtb_int.shtm)> Acessado em 20 de junho de 2013.

Maranhão (2011a). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. Diagnóstico para a implementação do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Maranhão - PPCD-MA. SEMA. Brasília.

Martins, M. B. Oliveira, T. Gomes de (2011). *Org. Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação* – Belém: MPEG.

Valeriano, M.M (2004). Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul, São José dos Campos, SP INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756). 72p..

## **DINÁMICAS GEOMORFOLÓGICAS Y CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO EN LA CUENCA DEL ANDALÍEN, CONCEPCIÓN, CHILE.**

E. Jaque C.<sup>(a)</sup> & P. Espinosa

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografía/Faculda de Arquitectura, Urbanism y Geografía, Universidad de Concepción, Chile  
edjaque@udec.cl

### **Resumo**

La cuenca del Andalíen es uno de los sistemas hidrográficos costeros más degradados de la Región del Biobío. Predominan en su curso superior y medio usos forestales y agrícolas tradicionales, sobre suelos decapitados por la erosión en sus distintas expresiones, manto, laminar, lineal y cárcavas; en su curso inferior en cambio alberga una de las actividades antrópicas más dinámicas del siglo XX y XXI, la actividad urbana. El crecimiento horizontal de la ciudad de Concepción ha utilizado indistintamente terrazas, llanuras y lechos de inundación mayor del sistema hidrográfico del Andalíen, que resultan ser zonas de alta amenaza, potenciando eventos catastróficos que han ido manifestándose cada vez con mayor intensidad en el área urbana del curso inferior de dicho sistema fluvial. En este artículo analizamos y discutimos los acelerados cambios geomorfológicos de la cuenca del Andalíen, en el contexto del antropoceno y desde el enfoque de la construcción social de riesgo.

**Palavras chave:** geomorfologia, riesgos, dinamica

### **1. Introduccion**

Una importante tradición en la geomorfología se centra en el estudio de los efectos humanos en los sistemas fluviales y en otros procesos del paisaje, llegando a platearse una geomorfología antropogénica o antropogeomorfología. La idea es estudiar no solo las formas en que los seres humanos modifican los procesos y las formas geomorfológicas, sino también el impacto o efectos heterogéneos y sus efectos acumulativos en el tiempo y el espacio (Kondolf y Podolak, 2013). Es bajo este enfoque que pretendemos analizar los múltiples efectos de los cambios geomorfológicos de la cuenca del Andalíen, particularmente centrándonos en la construcción de escenarios de riesgo.

En los últimos años la expansión de la ciudad de Concepción, capital de la segunda Área Metropolitana de Chile, se ha direccionado hacia el este norte, zona de dominio de la cuenca costera del río Andalíen (Figura n°1), el más importante sistema hidrográfico de alimentación pluvial de la región y cuyas condiciones de degradación ambiental se han deteriorado paulatinamente en la última mitad del siglo XX (Jaque E., 2010), periodo en el cual las



manifestaciones de procesos catastróficos o de riesgo natural en su curso inferior urbanizado han ido aumentando (Mardones y Vidal, 2001).

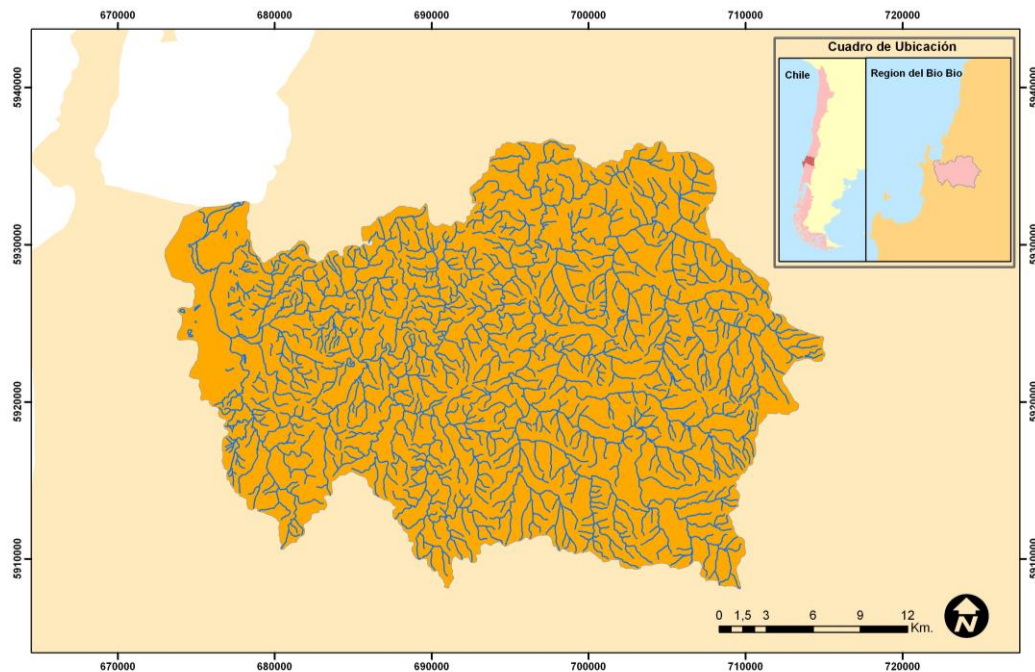


Figura 1 – Contexto del area de estudio

Este estudio plantea que, no solo la inestabilidad morfogenética asociada a las formas de acumulación es la causa de dichos procesos, sino que ellos se han visto magnificados debido a las condiciones de degradación de la cuenca, particularmente en su curso superior y medio. La escasa cobertura vegetal y las amplias superficies erosionadas disminuyen considerablemente la capacidad de infiltración de los suelos, aumentando el proceso de escorrentía superficial, de alta capacidad erosiva, lo que conlleva un aumento en la carga sólida de los cauces aumentando su nivel de base y potenciando el rápido desencadenamiento de inundaciones y anegamientos en las zonas bajas de la cuenca.

Algunas actividades económicas como la forestal son factores que influyen diferencialmente en el desarrollo de procesos geodinámicos externos, por lo cual se propone que existen diferencias relativas a la identidad cultural que pueden explicar la distribución espacial y la recurrencia de los riesgos naturales.

La cuenca costera del Andalén se caracteriza por estructuras ecosistémicas particulares derivadas del desigual funcionamiento de variables físico-naturales. La cuenca del río Andalén es una de las más degradadas de región y del país. Los trabajos realizados por Endlicher (1988)

y Jaque E. (2010) han establecido que los procesos erosivos se manifiestan en todas sus expresiones desde erosión en manto hasta extensas áreas de cárcavas en el curso medio y superior de la cuenca.

La concentración de la población en el curso inferior de la cuenca, hace que los procesos erosivos propicien o aumenten los efectos negativos de las inundaciones fluviales, como los ocurridos durante las crecidas invernales de 2006, que generaron daños por unos 15 mil millones de pesos a la comuna de Concepción solo en el evento del 27 de junio de 2005, obligando a declarar a la región como Zona de Catástrofe.

Por otro lado, se estima que actualmente más del 30% de los proyectos inmobiliarios de la comuna, se están desarrollando en el curso inferior de la cuenca, implicando importantes transformaciones en el funcionamiento del sistema natural, considerando que propone que estas zonas sean habitadas implica también un aumento de la vulnerabilidad asociada a esa futura población residente .

## **2. Metodología**

El análisis geomorfológico se llevó a cabo en dos periodos de tiempo, 1995 y 2015, siguiendo la metodología de Tricart (1978) cuyo primer paso lo constituye la interpretación de fotografías aéreas (escala 1:10.000). El análisis de terreno dio los fundamentos básicos para la formulación de la cartografía definitiva; la clasificación geomorfológica se realizó sustentada en criterios sedimentológicos, morfométricos, morfológicos y litológicos. Ambas cartografías digitales permiten realizar un análisis de cambio basados en las potencialidades del Idrisi © y su complemento de análisis de cambio (LCM ).

Las cartografías de riesgo generadas en la década de 90, se han actualizado también con el fin de evaluar los nuevos escenarios de riesgo del Andalién Urbano.

## **3. Resultados**

En los últimos veinte años hemos reconocido un acelerado proceso de intervención en la estructura geomorfológica del curso inferior de la cuenca del andalíen, donde se destacan la construcción de rellenos sobre humedales y de relleno sobre las terrazas inferiores del río y sobre sus llanura de inundación mayor. Unido a esto un intenso trabajo de canalización y reordenamiento de los cauces naturales del río.

Resultados preliminares muestran evidencia de estos procesos de cambio geomorfológico (Figura n°2) en la cual se caracteriza el tramo del curso inferior de la cuenca, donde observamos que una de las estructuras geomorfológicas más dinámicas son los rellenos artificiales que se

incrementaron en 657,7 ha. Es decir, aumentaron en un 17,6% del total del área de análisis. Esto implica la pérdida de unidades geomorfológicas, específicamente de la terraza fluvial inferior del río Andalién que disminuyó 287,6 ha., un 32,2% de su superficie total del curso inferior del Andalien.

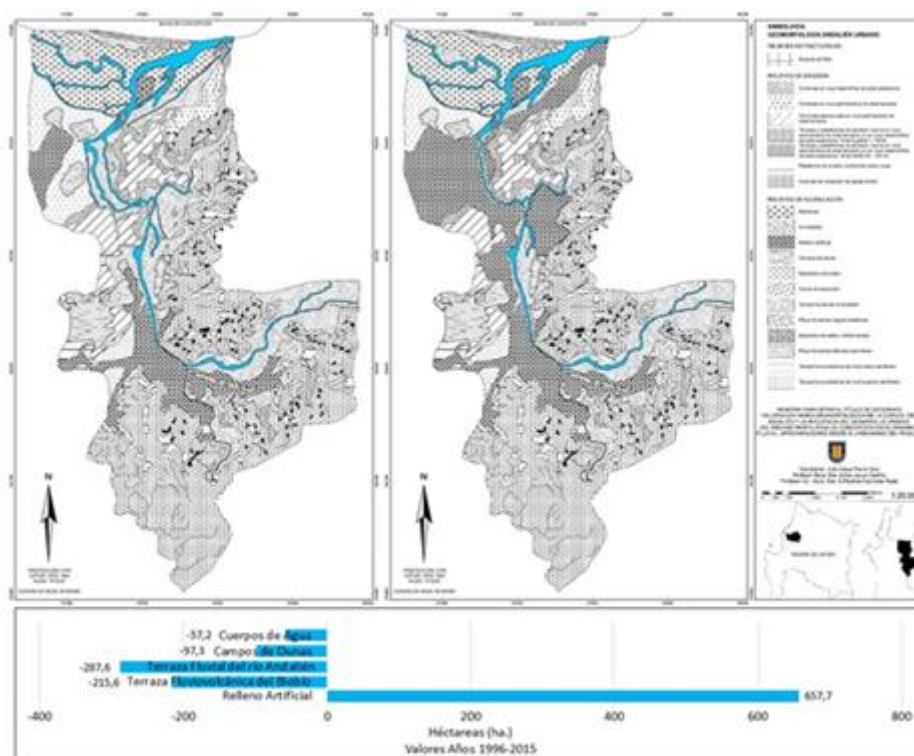


Figura 2 – Geomorfología tramo inferior de la cuenca del Andalien 1995 -2015.

Todo este tramo rellenado de la terraza inferior corresponde a zonas de inundación mayor del río, que han sido completamente cubiertas por el agua en las inundaciones del 2006. Estas zonas al ser rellenadas también pasan a ser áreas de amenaza de fenómenos como licuefacción que en el sitio de la ciudad de Concepción, altamente afectado por actividad sísmica, suele ser un fenómeno importante de riesgo (Belmonte et al 2015).

#### 4. Conclusiones

En Chile, si bien la evaluación de los riesgos naturales se contempla en los instrumentos de planificación territorial como los planes reguladores comunales e intercomunales, no existe sistematización respecto a las metodologías adecuadas para la zonificación de dichos riesgos y la incorporación de estas herramientas en políticas públicas de gestión de riesgo. Con ello, la recurrencia de eventos de desastre no da cuenta de una internalización de estos criterios o

procedimientos en los instrumentos de planificación territorial. Por otro lado, los estudios de riesgos naturales suelen realizarse considerando unidades administrativas con escasa representatividad de los fenómenos naturales que interactúan dentro del espacio natural que los definen, de esta forma la realidad o el sistema natural se desarticula.

## 5. Bibliografía

Belmonte et al (2015). Site effects associated with the 2010 maule earthquake in zones characterized by the presence of wetlands in the biobio region, Chile. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.* 38, 3-13.

Endlicher, W. (1988). El Problema de la erosión del suelo en la cordillera de la Costa de la Octava Región. *Revista de Geografía Norte Grande* n°15, Págs. 11-27.

Jaque E. (2008) Geomorfología de la Cuenca del río Andalién. Chile. *Revista Geográfica del Norte Grande*. N°143 pp. 97-116.

Jaque E. (2010). Assessment of Coastal Mediterranean Landscapes in the Andalién River Basin, Chile. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. N° 54: 79-95.

Kondolf, G.M., Podolak, K., 2013. Space and time scales in human-landscape systems. *Environmental Management*, <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-013-0078-9>. 0078-9.

Mardones, M. y Vidal, C (2001). La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción. En: *Revista EURE* N°81. Vol. XXVII. Septiembre 2001. Santiago Chile. p.97 -122.

Parra J, Espinosa P, Jaque E y Ollero A. (2015) Caracterización y evaluación hidrogeomorfológica para la restauración fluvial urbana en la cuenca del Andalién (Región del Biobío, Chile) VV.AA. (2015): II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial, Pamplona, España 2015.

Rojas, C., Opazo, S. & Jaque E. (2009). Dinámica y Patrones de Crecimiento del Área Metropolitana de Concepción. Tendencias de las últimas décadas. En Chile: Del país Urbano al país metropolitano. Rodrigo Hidalgo., Carlos De Mattos y Federico Arenas (Editores). Geolibros - Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Santiago, 257 – 268.

Tricart (1978) *Géomorphologie applicable*. París.

Vidal C., Romero H., (2010) Efectos ambientales de la urbanización de las cuencas de los ríos Biobío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción. En *Concepción Metropolitano (AMC). Planes, Procesos y Proyectos*”, Serie Geolibros, PUC-Centro EULA, Santiago de Chile, 2010, pp. 123-149.



## AS INUNDAÇÕES HISTÓRICAS NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO BAIXO LIMPOPO, MOÇAMBIQUE

G. S. Dgedge<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup>Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica, Moçambique  
gudgedge@gmail.com

### Resumo

O Baixo Limpopo, localizado em Moçambique é drenado pelo rio Limpopo, cuja bacia hidrográfica abrange países da África do Sul, Botswana, Zimbabwe e Moçambique. Sendo um rio estudado essencialmente com objectivos económicos (aproveitamento da água para irrigação), nesta pesquisa apresenta-se o processo hidrológico das inundações. O objectivo foi o de analisar o processo das inundações históricas até ao ano 2000 e explicar o processo de alagamento da planície. A metodologia usada foi a documental, a partir da análise dos dados de caudais das estações hidrométrica consulta aos periódicos e jornais da época e, a cartografia foi elaborada recorrendo ao sistema de informação geográfica. Os resultados indicam que as inundações que comportam várias ondas de cheia, são cíclicas, não ocorrem todos os anos.

**Palavras-chave:** rio, inundação, caudal, precipitação, planície.

### 1. Introdução

As inundações nos rios derivam de processos complexos na bacia hidrográfica e estudá-las pode contribuir para a adopção de medidas destinadas a mitigar os seus efeitos. Por isso são, por sua dimensão sócio-económica e periódica repetição, um fenómeno de grande importância

Em Moçambique as inundações afectam a sete das onze províncias. Uma delas é a província de Gaza. Assim, a presente pesquisa apresenta as inundações históricas no Baixo Limpopo até ao ano 2000, em Moçambique. O mesmo foi elaborado com o objectivo de mostrar os seus processos e impactos resultantes.

### 2. O baixo Limpopo

O rio Limpopo se forma a partir da confluência dos rios Marico e Crocodilo (que nascem a 1.500 m de altitude ao Oeste da Cidade de Pretoria na África do Sul) e entra em Moçambique na região de Pafúri, na província de Gaza, vindo a desaguar no Oceano Índico, em forma de estuário, perto da Cidade de Xai-Xai, em Zongone. A pendente do curso inferior, no Baixo Limpopo, é de 0,09% (Promexport, 1983; Pavlova, 1981).

É um rio de regime pluvial simples ou elemental do tipo pluvial tropical. A curva de caudais se caracteriza por um só máximo e um só mínimo anual, sofrendo descenso na estação seca e

aumento na estação húmida. Nos meses mais húmidos (Dezembro a Abril) passam na estação E-35 em Chókwè, (Moçambique) 91,8% do seu caudal anual e na estação seca (Setembro a Novembro) há anos que passa apenas 1,2% (figura 1).

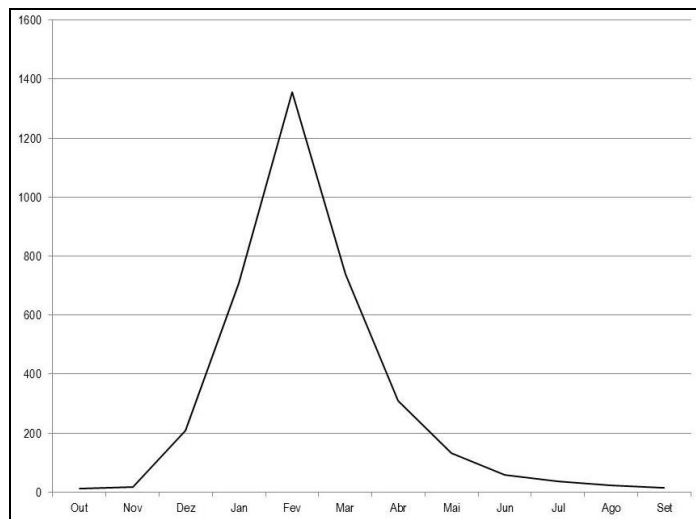


Figura 1 - Caudal médio em m<sup>3</sup>/s na Estação E-35 de Chókwè. (Elaboração própria a partir dos dados de Alves, 1992).

O rio Limpopo tem, em Moçambique, afluentes como o rio dos Elefantes, no qual está a Barragem de Massingir, na margem direita e o rio Changane na margem esquerda. O rio dos Elefantes contribui para a inundação do Limpopo enquanto que o rio Changane recebe águas no período de inundação, devido a menor altitude da sua planície.

O Baixo Limpopo faz parte da Bacia do rio com o mesmo nome e abarca um território situado entre os paralelos 21° e 25° Sul e entre os meridianos 31° e 35° Este (figura 2).

O Baixo Limpopo é uma área delimitada por dunas arenosas e, constitui a planície de inundação com uma pendente pequena. Apresenta terrenos com depósitos aluviais e marinhos do quaternário superior e médio, depósitos lacustres-aluvial recentes, pantanosos e eólicos que deram origem a terraços, planícies arenosas, planícies argilo-arenoas, dunas e aluviões (Savenije, 1980).

O clima é tropical húmido no litoral (Xai-Xai) e tropical seco no interior (Chókwè) (figura 3), sendo também afectada por ciclones tropicais.

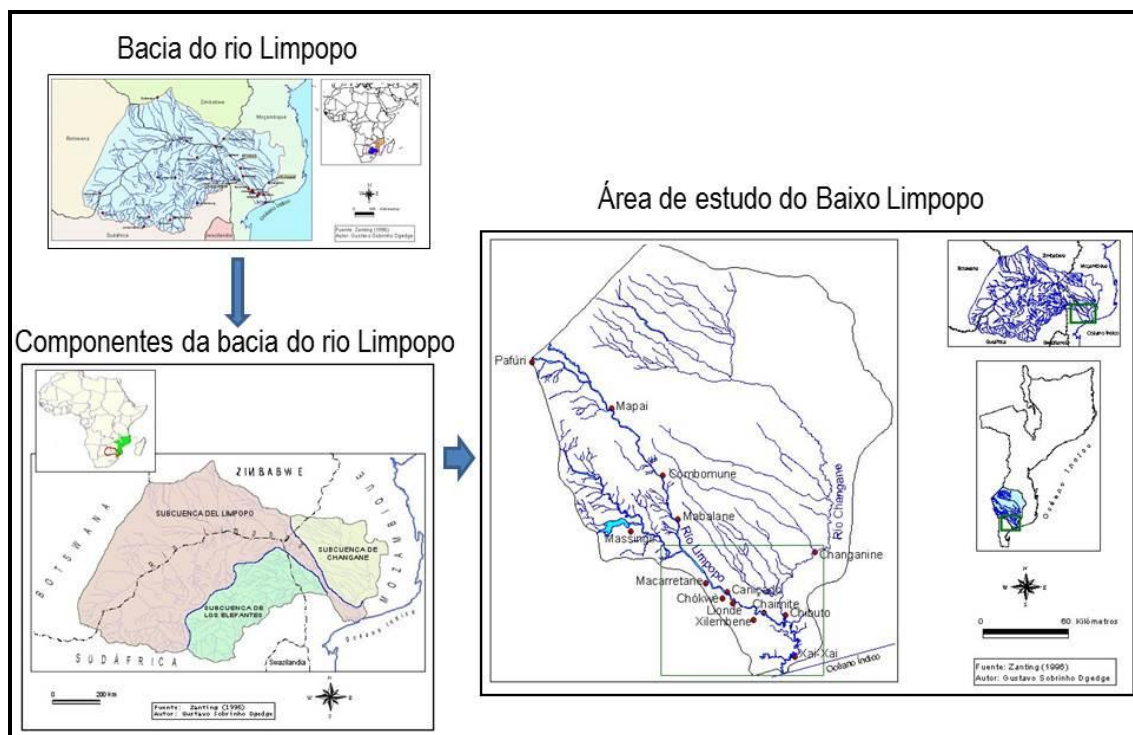


Figura 2 - A área de estudo. (Dgedge, 2004).

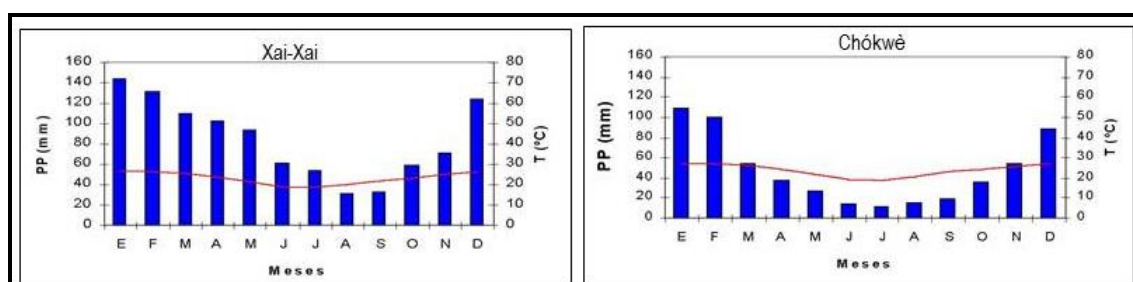


Figura 3 - Climodiagrama de Xai-Xai e Chókwe. (Dados do Instituto Nacional de Meteorologia).

### 3. Metodologia

A análise das inundações históricas se realizou a partir dos dados diários dos caudais registados nas estações hidrométricas de Combomune, Chókwe, Sicacate e Xai-Xai desde o ano 1955 até 2000. Recorreu-se também aos relatórios técnicos do período de cada inundação, assim como a informação documental dos jornais e revistas da época. As entrevistas permitiram descrever o processo de inundação pelas pessoas afectadas, os danos ocasionados e a forma de implementação das medidas de socorro e ajuda a população afectada.



### 3.1. As inundações mais importantes

Os dados sobre inundações começaram a ser registados a partir de 1951, ainda que existam notícias de grandes inundações ocorridas nos anos anteriores: 1915, 1918, 1925 e 1937 (Pavlova, 1981; Montes, 1975). Durante o período estudado, as maiores inundações ocorreram nos anos hidrológicos 1954/55 (7.800 m<sup>3</sup>/s em Chókwè) e ano 1999/2000 (9.214 m<sup>3</sup>/s em Chókwè).

### 3.2. Causas das inundações

As inundações no Baixo Limpopo são causadas pelas elevadas precipitações que se registam no alto Limpopo, na África do Sul, Zimbabwe e Botswana. Em geral, as precipitações que caem em território moçambicano não têm contribuído para o incremento significativo do caudal do rio Limpopo, uma vez que a pendente nesta parte da bacia é muito reduzida. Estas últimas contribuem apenas para incrementar o nível de humidade do solo até se atingir o ponto de saturação.

As inundações do ano 1966 ocorreram depois de 7 meses de seca e foram produto das fortes chuvas caídas no norte do Transvaal (África do Sul) (Pavlova, 1981). Depois das fortes chuvas caídas em Fevereiro de 1967 também foram anunciadas inundações nos rios Elefantes e Limpopo. As do ano 1988 foram originadas pela chuvas intensas caídas entre 11 de Fevereiro e 13 de Março do mesmo ano. As chuvas caídas em Janeiro de 1996 provocaram o desbordamento do rio Limpopo cujo canal havia permanecido seco até Outubro de 1995.

A inundação do ano 2000 foi originada pelas precipitações caídas desde finais de Dezembro de 1999. Foram agravadas pelas chuvas intensas e extraordinárias resultantes das baixas pressões que originaram os ciclones tropicais seguintes: “Connie” entre 15 de Janeiro e 1 de Fevereiro, “Eline” entre 8 e 23 de Fevereiro e “Gloria” entre 29 de Fevereiro e 2 de Março, ambos no ano 2000.

O ciclone “Eline” devido a suas elevadas precipitações, foi o que ocasionou maior onda de cheia. Na África do Sul se registaram chuvas superiores a 200 mm num só dia. Em alguns postos em Moçambique como em Combomune se registou 514,6 mm, em Chilaulene 327,8 mm, de um total de 944,2 mm que cai durante o ano.

Os factores humanos também influenciam nas inundações. Por exemplo, as do ano 1972 e 1975 alcançaram na estação E-35 de Ch kw  níveis mais elevados do que a de 1955 devido ao represamento da água causado pelo dique da margem direita que protegia o Regadio “Eduardo Mondlhane” e a acção de numerosos aterros, canais e estradas transversais que dificultaram o escoamento da água na planície (Pavlova, 1981). A montante de Gaide, a inundação de 1972 atingiu maior extensão, com níveis superiores a do ano 1955 devido aos aterros existentes ao sul

de Lhanguene. As planícies foram rapidamente inundadas mas por pouco tempo (Montes, 1972).

#### **4. Funcionamento hidrológico da planície**

A Bacia do Limpopo apresenta uma forma arredondada, com um coeficiente de compactidade ou índice de Gravelius próximo a unidade (Pavlova, 1981). Quanto a influência da bacia de drenagem na conversão chuva-caudal, este facto favorece a concentração dos distintos afluentes e a formação dos caudais de ponta consideráveis.

O índice de drenagem é de 0.053, valor que indica uma drenagem muito lenta devido a reduzida pendente da bacia. Este facto incrementa o tempo de concentração da água no canal (Pavlova, 1981). As formações rochosas impermeáveis do alto Limpopo e dos Elefantes dificultam a infiltração, o que dá lugar a maior disposição de caudais. A bacia sofreu também desflorestamento devido ao aproveitamento agrícola.

As chuvas antecedentes asseguram a humidade do solo de modo que quando chegam as de grande intensidade, rapidamente se produz a redução da infiltração e o incremento do escoamento superficial e, conseqüentemente, do caudal dos rios.

Em Moçambique, no Baixo Limpopo, o incremento do caudal ocorre lentamente. Em geral, o ascenso é de 1m/dia. Esta subida lenta da água devido a grande extensão da planície faz com que a inundação se propague lentamente na parte terminal do rio Limpopo e Elefantes.

Em geral, existe uma tendência para a redução dos caudais e da altura das águas de montante para jusante devido ao facto de que em direcção da foz, a planície do Limpopo se torna mais alargada com áreas convexas, o que incrementa o local de armazenamento que funcionam como uma espécie de represas que permitem a acumulação da água nas depressões (figura 4).

Desde Beit Bridge, situado na saída do Alto Limpopo na África do Sul, passando por Combomune (médio Limpopo) até Chókwè (baixo Limpopo), em Moçambique, o caudal de inundação sofre uma diminuição progressiva devido ao efeito difusor da inundação na planície. Importa considerar que esta última ao possuir áreas convexas, não permite que a água desbordada regresse rapidamente para o rio. Entre Combomune e Chókwè observa-se, às vezes, um incremento do caudal devido as contribuições da Barragem de Massingir, que está no rio dos Elefantes, um dos afluentes do Limpopo em Moçambique.

Importa considerar que os afluentes da margem esquerda do Limpopo, no Baixo Limpopo, confluem com este rio em áreas deprimidas, com altitude inferior a do rio principal, de modo que o Limpopo quando desborda, as suas águas fluem para cima nos seus afluentes, ocasionam uma intrusão que inunda as planícies destes últimos. Quanto mais se aproxima da foz, ocorre a

diminuição dos afluentes e da pendente, de modo que diminui as contribuições do caudal directamente para o rio Limpopo.

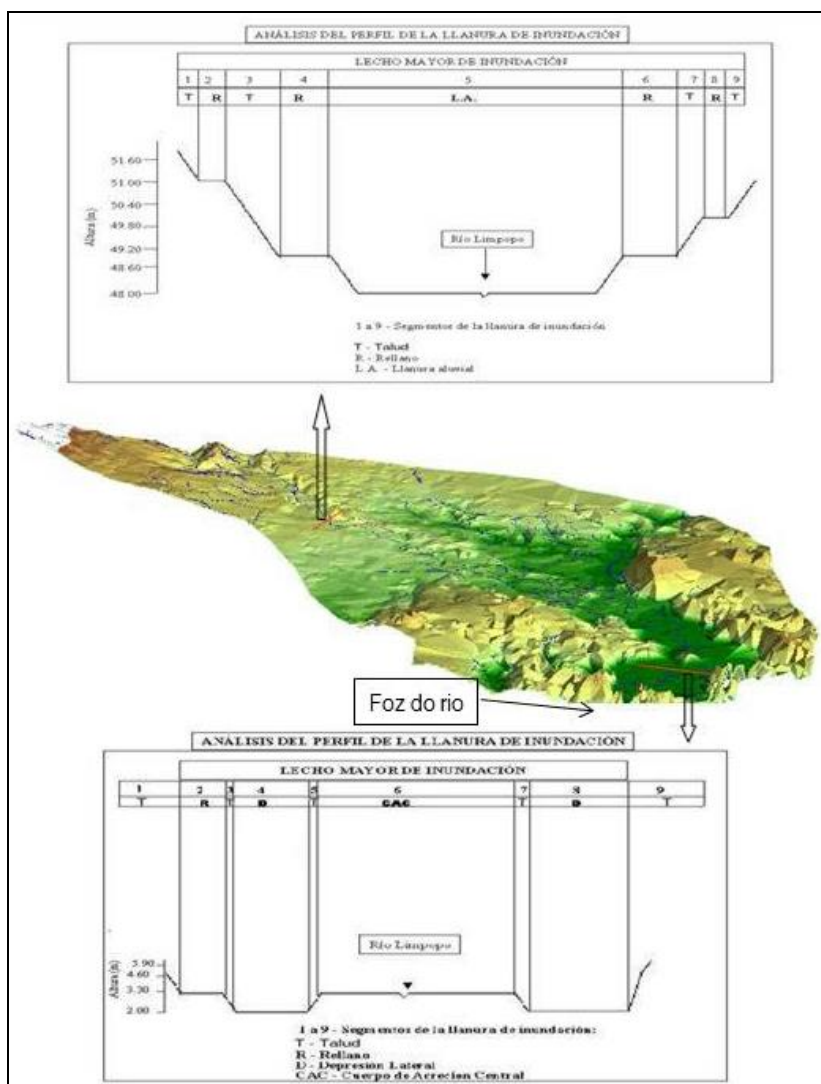


Figura 4 - Áreas côncavas e convexas no Baixo Limpopo.

As estradas transversais e os diques marginais naturais e artificiais, originam um atraso no movimento das águas na planície. Estas estradas com drenagem insuficiente, atravessam perpendicularmente a planície de inundação e funcionam como represas. Deste modo criam um refluxo das águas, as vezes em direc o para montante, contracorrente que reduz a velocidade de propaga o da onda de cheia na planície.

A velocidade de escoamento da água de cheia depende também, em grande medida, do estado da Barra de Areia na foz do rio Limpopo, sendo maior quanto menos estiver obstruido o estuário.

#### 4.1. A entrada da água na planície

A água de inundação entra na planície por várias vias: desbordamento do canal, ruptura dos diques naturais e artificiais, confluências com canais de rega e drenagem e ascensão capilar.

A entrada da água desbordada na planície do Baixo Limpopo a jusante da Cidade de Chókwè, na margem direita, inundando as baixas entre Chibuto e a foz (onde está a cidade Capital de Gaza, Xai-Xai) ocorre através do rio Munhuana. Acontece aqui uma espécie de captura fluvial, sendo o Limpopo o capturado e o Munhuana o capturador. Este fenómeno ocorre porque o Limpopo apresenta-se a uma altitude mais elevada (área convexa da planície – corpo de acresção central) do que o canal do rio Munhuana (depressão). A partir deste último rio as águas entram na planície quando o mesmo desborda. Perto do povoado de Lhanguene estas águas não se misturam com as desbordadas pelo Limpopo, devido a convexidade desta área e ao aterro existente da estrada aqui construída paralela ao rio Limpopo que liga o povoado a Estrada Nacional EN 1.

A jusante de Sicacate, na área entre Magula e Jatigué, na margem esquerda, a jusante de Sicacate, a entrada da água na planície do Baixo Limpopo se realiza pelos seguintes locais: pela linha de água de Magula, pelas áreas baixas que formam as depressões de Penzene, Inhamurruê, Mocumbine e Chiozol (Montes, 1972).

A montante de Sicacate, na margem esquerda, as águas do rio Limpopo inundam a planície do seu afluente, rio Changane, por se situar a uma altitude inferior. Ocorre aqui também uma espécie de captura fluvial, sendo o Limpopo o rio capturado. Nesta área, o Changane apresenta uma planície deprimida, cotas abaixo do curso principal do Limpopo, absorvendo, deste modo, o excesso de caudal. Tudo isso faz com que os caudais registados em Chókwè sejam maiores do que os registados em Sicacate, localizado a jusante de Chókwè e do local da captura fluvial.

Na inundação do ano 1972, a entrada da água se realizou pela margem direita. Montes (1972) afirma que a água fluiu pelo canal do rio Limpopo na ponte em Sicacate e pelo rio Munhuana. A água desbordou a margem direita e entrou no Baixo Limpopo atravessando a Estrada Nacional Nº 206 (que liga Chissano a Chibuto) em vários locais. A inundação em Maniquinique e Sicacate se iniciou no dia 2 de Fevereiro. Quando a água alcançou o nível de 10,7 m na escala hidrométrica na estação E-36 de Sicacate, a montante da confluência entre o Limpopo e o Munhuana, já se verificava grande fluxo de água que desbordava o Munhuana na planície.

Durante a inundação do ano 1975, na margem direita a montante de Sicacate, entre a Cidade de Chókwè e a Aldeia de Macarretane entraram pelo canal de regadio que parte desta represa e desbordaram o dique e alagaram terras entre Xilembene e Santana. Na margem esquerda a jusante de Sicacate, a acção de defesa dos diques não foi totalmente efectiva. Entre Magula e Chiozol, onde o dique estava ainda em construção as águas penetraram para a planície através da

junta não fechada do aqueduto de Mocumbini. Também entraram pelo aterro provisório de Mascarenhas onde não havia ainda comporta do aqueduto.

Nesse ano de 1975, a Cidade de Xai-Xai ficou inundada porque a água entrou pelo sistema de drenagem urbana (sistema de esgoto) que ainda não dispunha de comportas, assim como pelo desbordamento do rio Limpopo. Depois de inundar as casas, a água fluiu em direcção a planície, inundando pequenas depressões e seguindo os canais de drenagem existentes (Montes, 1975).

Na inundação do ano 1981, por exemplo, as águas entraram no rio Munhuana em Sangene e pelo rio Chiucha, tendo fluído por dois caminhos: (i) pelo canal principal propriamente dito e (ii) pelo corredor formado pelo rio Munhuane, Lagoa Massatingue e, planície entre Lhanguene e o aterro de Chicumbane (Savenije, 1981).

#### 4.2. A onda de cheia

A coalescência de várias pontas de onda de cheia é uma das características das inundações do rio Limpopo. Os caudais do canal principal são muitas vezes incrementados pelas contribuições dos afluentes e das descargas das numerosas barragens e represas, assim como do escoamento superficial e subterrâneo.

No vale do rio Limpopo é muito importante o efeito do armazenamento exercido pela planície, uma vez que provoca a redução das pontas de cheia (figura 5). Ao mesmo tempo faz com que a área alagada atinja maiores extensões.

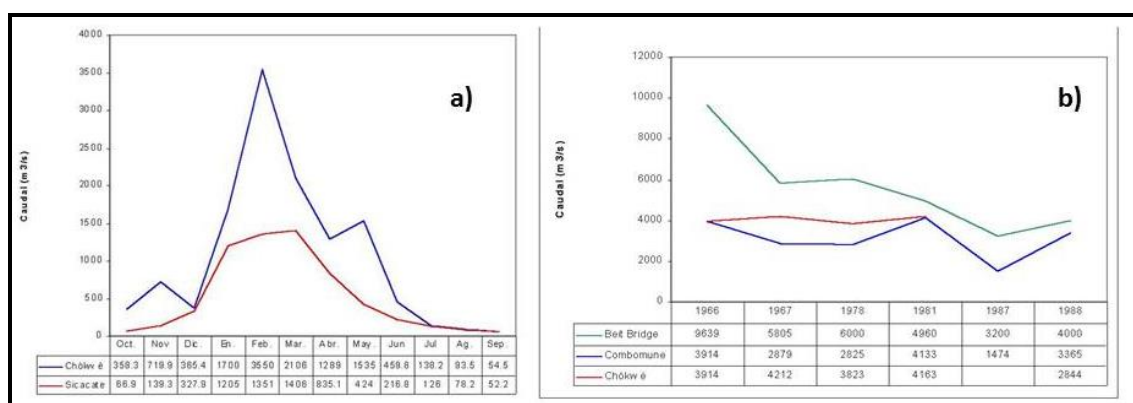


Figura 5 - a) Caudais máximos registados nas estações de Ch kw  e Sicacate durante a inundação do ano 1975. (Elaboração própria a partir dos dados de Montes, 1975) e b) Variação do caudal desde Beit Bridge na África do Sul até Ch kw  em Moçambique.

Na inundação de 1975 verificou-se que os caudais da primeira onda de cheia de 3.600 m<sup>3</sup>/s em Ch kw  foram reduzidos para 1.900 m<sup>3</sup>/s em Sicacate, mais a jusante e para 1.600 m<sup>3</sup>/s em Xai-

Xai, a jusante de Sicacate (Montes, 1975). Nesse mesmo ano, quando a planície já se encontrava na sua maior parte alagada, comprovou-se que os caudais de magnitude de  $5.900 \text{ m}^3/\text{s}$  libertados na Barragem de Massingir, a montante de Chókwè, foram reduzidos para  $2.700 \text{ m}^3/\text{s}$  em Sicacate, a jusante de Chókwè.

No ano 1988 as inundações foram originadas por precipitações caídas na parte alta da bacia. Em Combomune, no rio Limpopo, águas acima da confluência deste rio com o rio dos Elefantes, a subida do caudal não foi imediata. A resposta da bacia começou a ocorrer com um atraso de cerca de 7 dias, a partir do dia 18 de Fevereiro (as precipitações iniciaram a 11 de Fevereiro em Botswana). A resposta do caudal começou a manifestar-se em Combomune com uma subida rápida do caudal de  $603 \text{ m}^3/\text{s}$  para  $2.604 \text{ m}^3/\text{s}$  em dois dias. O caudal alcançou o máximo de  $3.363 \text{ m}^3/\text{s}$  no dia 29 de Fevereiro, com uma altura da água na planície de 7,8 m, quando os solos já estavam saturados.

Em Chókwè, situado no rio Limpopo, águas abaixo da confluência deste rio com o rio dos Elefantes (rio regulado pela Barragem de Massingir), 12 dias depois do início das chuvas, o caudal passou de  $46 \text{ m}^3/\text{s}$  no dia 18 de Fevereiro, para  $2.507 \text{ m}^3/\text{s}$  no dia 23 de Fevereiro, devido a abertura das comportas das barragens nos países a montante. A ponta máxima ocorreu no dia 2 de Março com um caudal de  $2.844 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Em geral, o tempo de propagação da onda de cheia é a seguinte segundo Romano (1961): 4 dias de Pafúri a Caniçado – distância de 300 km, a uma velocidade de 0,8 m/s e 2 dias de Caniçado a Xai-Xai – distância de 100 km, a uma velocidade de 0,5 m/s.

Quanto menor for a velocidade de propagação da onda de cheia, maior será o alagamento da planície. Para a inundação do ano 1988, o atraso da onda de cheia foi em média de dois dias desde Combomune a Chókwè (figura 6).

As inundações mais violentas no Baixo Limpopo são devidas a união das pontas de onda de cheia dos rios Limpopo e Elefantes a jusante da sua confluência (caso das cidades de Chókwè e Xai-Xai).

No ano 2000 a partir da segunda onda de cheia, em Fevereiro, em Chókwè se registou a afluência dos caudais do rio dos Elefantes devido a descarga da Barragem de Massingir. Por isso, enquanto que em Combomune (no rio Limpopo), águas acima da confluência dos dois rios, se registava no dia 10 de Fevereiro o caudal de  $3.111,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , em Chókwè (no rio Limpopo), águas abaixo da confluência, se registava no dia 13 de Fevereiro  $4.657 \text{ m}^3/\text{s}$ . Na quarta onda de cheia, enquanto que em Combomune, se registava o caudal de  $2.015,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , em Chókwè se registava  $4.095,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Mesmo assim, conseguiu-se evitar que as pontas dos dois rios coincidissem a jusante da sua confluência.

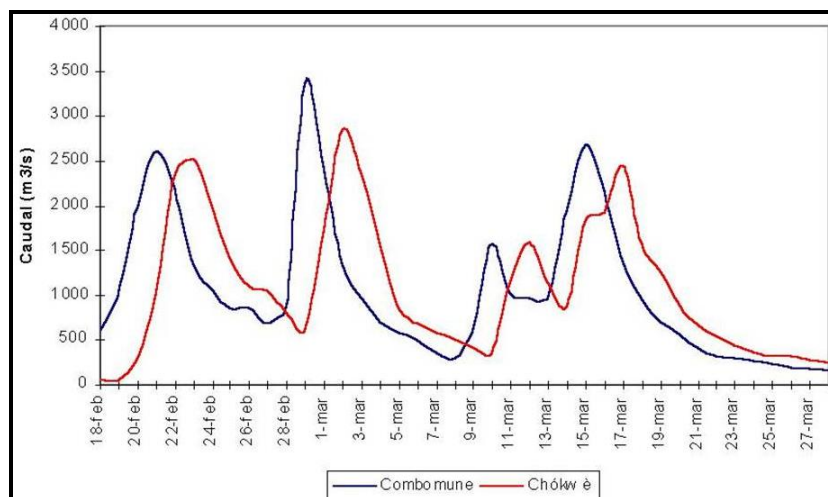


Figura 6 - Variação do caudal em Combomune e Chókwe durante a inundação do ano 1988. (Elaboração própria a partir dos dados de Bereslawski, 1988).

A inundação do ano 2000, a maior de todas, foi de quatro ondas de cheia (figura 7), tendo atingido o máximo de 10.664 m³/s em Combomune e na Cidade de Xai-Xai 9.214,0 m³/s, inundando até a altura do segundo andar dos edifícios.

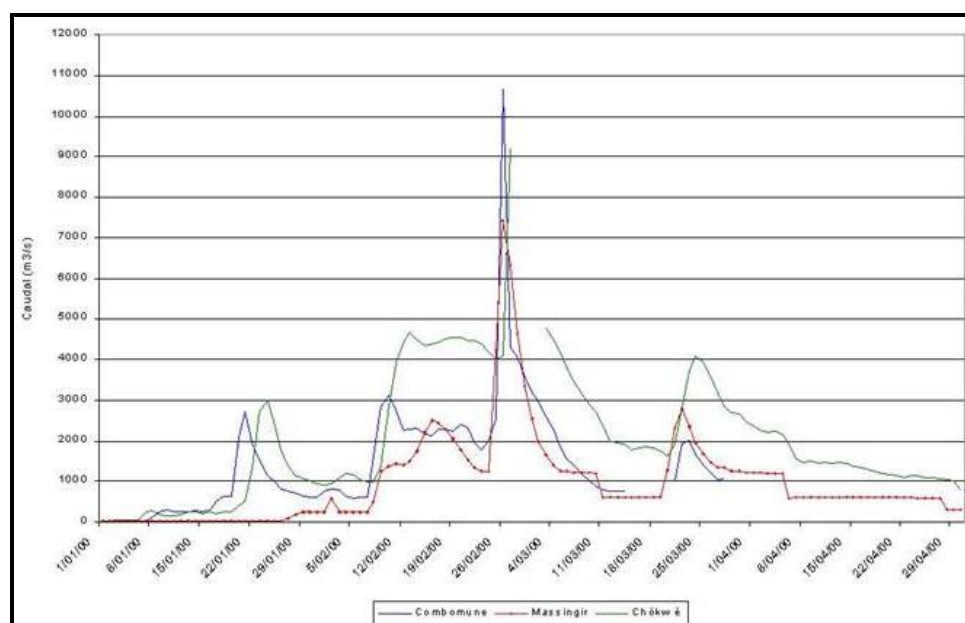


Figura 7 - Caudais máximos registados nas durante a inundação do ano 2000. (Elaboração própria a partir dos dados da Direcção Nacional de Águas).

#### **4.4. Duração da inundação**

O tempo de duração da inundação é de grande importância uma vez que é um indicativo do tempo de imersão da planície.

A duração da inundação varia de 33 a 136 dias, sendo a média de 90 dias (Promexport, 1983; Bereslawski, 1988). A inundação que mais tempo durou foi a de 1955, onde na cidade de Xai-Xai chegou a ser de dois meses (Montes, 1975), enquanto que a de 1988 durou 36 dias, com um intervalo de ondas de cheias de uma semana, sendo, por isso, denominada “inundação das Segundas-Feiras” (Bereslawski, 1988).

As inundações se agravam devido ao efeito do vento associado as depressões atmosféricas. Por exemplo, na inundação de 1972, a depressão tropical “Carolynne” manteve-se durante alguns dias na zona da foz do rio Limpopo, originando ventos muito fortes de Sul e Sudeste. Este facto originou a acumulação da água do mar na costa dificultando o desagüe do rio no mar. Nesse ano, a pressão atmosférica decresceu até 966,1 mb, o que criou uma elevação teórica do nível médio do mar na área da foz até 47 cm (Montes, 1972).

##### **4.4.1. Danos causados pelas inundações**

Os danos pelas inundações são elevados no Baixo Limpopo quando as pontas de cheia do rio Elefantes e Limpopo coincidem a jusante da sua confluência. Segundo Montes (1975), Pavlova (1981), Bernardo (1997) e Dgedge (2004) os danos da inundação resumem-se em: morte e desalojamento de pessoas, desbordamento do dique da cidade de Chókwè e Xai-Xai, e inundação das mesmas e de todos os povoados e campos de cultivo e pastagem da planície, alagamento da linha férrea para Zimbabwe, o que provoca o descarrilamento de vagões, alagamento com destruição dos viaductos, pontes e erosão dos taludes das estradas nacionais EN 1, EN 205, EN 206, EN 208.

A inundação do ano 2000, maior de todas, alagou toda a planície do Baixo Limpopo e causou danos que se resumem em: morte de 500 pessoas, desalojamento de 500.000 pessoas, afectou 742.863 pessoas, danos em todas as vias de comunicação da planície e das pontes e alagamento de todas as cidades e povoados da planície.

#### **5. Conclusão**

A inundação no Baixo Limpopo deve-se a factores físicos e humanos. Derivam das precipitações intensas que caem no Alto Limpopo originadas por depressões tropicais. Contribuem para o alagamento a baixa pendente e o aumento do nível do mar no devido aos ciclones. Este último processo dificulta o desagüe da água durante o processo.



O processo de inundação se caracteriza por varias ondas de cheia, sendo a duração máxima de 3 meses.

As infraestruturas como estradas e diques contribuem para a propagação da onda de cheia, devido ao efeito de represamento que ocasionam.

A inundação do ano 2000 foi a de maior magnitude, superando a de 1955 que foi usada como referencia para todas as obras e estudos realizados no territorio.

## 6. Bibliografia

Alves, António; Saranga, Suzana (1992). *Análise integrada da Bacia do Ró Limpopo, tendo em vista a gestão dos recursos hídricos*. D.N.A/UNDP-MOZ. Maputo.

Montes, J. (1972). *Cheias de 1972 no Baixo Vale do Limpopo*. Relatório. D.P.S.H. Lourenço Marques

Pavlova, S. (1981). *Bacia do Ró Limpopo. Característica hidrológica geral. Obras hidráulicas existentes*. D.N.A. Maputo

Promexport, S. (1983). *Esquema geral do aproveitamento hidráulico e desenvolvimento integrado agrícola do Vale do Ró Limpopo*. Volume I – Condições Naturais. S.E.H.A. Maputo

Savenije, H. (1980). *Relatório sobre o problema de água salgada no Baixo Limpopo*. D.N.A. Maputo

Savenije, H. (1981). *A cheia de 1981 no Baixo Limpopo*. D.N.A. Maputo

Zanting, Harm Albert (Editor) (1996). *Monografia Hidrográfica da Bacia do Ró Limpopo*. DNA, Maputo, Moçambique.

Dgedge, Gustavo Sobrinho (2004). *El riesgo de inundaciones en el Bajo Limpopo (Mozambique)*. Tesis Doctoral. Universidade de Alcalá. Alcalá de Henares.

Montes, J. (1975). *Relatório das Cheias do Limpopo em 1975*. D.P.S.H. Lourenço Marques

Bernardo, Luís. (1997). *Cheia no Ró Limpopo Ano 1996*. D.N.A. Maputo

## TEMPESTADE TROPICAL “DANDO” E SEUS EFEITOS NA PROVÍNCIA DE GAZA, MOÇAMBIQUE

G. S. Dgedge<sup>(a)</sup> e H. C. Mazuze<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica, Moçambique  
gudgedge@gmail.com

<sup>(b)</sup> Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica, Moçambique  
mazuze2012@gmail.com

### Resumo

As tempestades tropicais são circulações depressionárias que desenvolvem-se na maior parte dos oceanos tropicais. A tempestade Tropical ‘Dando’ foi categorizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia de Moçambique como sendo da de categoria 1 e atingiu à costa, na região entre os distritos de Xai-Xai, em Gaza, e Zavala, em Inhambane, Moçambique, no dia 16 de Janeiro de 2012. O presente trabalho mostra os efeitos causados pela tempestade. A metodologia utilizada foi a revisão documental, acompanhada de um trabalho de campo, no dia imediato a ocorrência do evento. Os efeitos da tempestade foram de longo alcance, numa área na qual a população não está habituada a este tipo de fenómeno.

**Palavras Chave:** Tempestade, efeitos, vento.

### 1. Introdução

Moçambique é um país costeiro. Como outras regiões costeiras do nosso planeta, também tem sido afectado pela passagem de tempestades tropicais. Mathias (2012) refere que hoje em dia há uma grande preocupação pela compreensão dos fenómenos atmosféricos de grande impacto sobre a sociedade, uma vez que os mesmos estão associados a acumulados significativos de precipitação e dos efeitos da acção dos fortes ventos.

O principal objectivo deste trabalho é apresentar os efeitos da tempestade tropical “Dando” que afectou a província de Gaza, no sul de Moçambique (figura 1).

A tempestade tropical é um dos estágios do ciclone tropical, diferenciando-se deste último somente pela intensidade do vento. A tempestade tropical tem velocidades compreendidas entre 63–118 km/h, considerando que para “uma depressão atingir a classificação de tempestade tropical, necessita da persistência de rotação em torno da área do seu centro de menor pressão atmosférica e que o vento sustentável de superfície atinja velocidades compreendidas entre 34 e 63 kt (63 a 118 km/h)” (TÊSO, 2006:6).

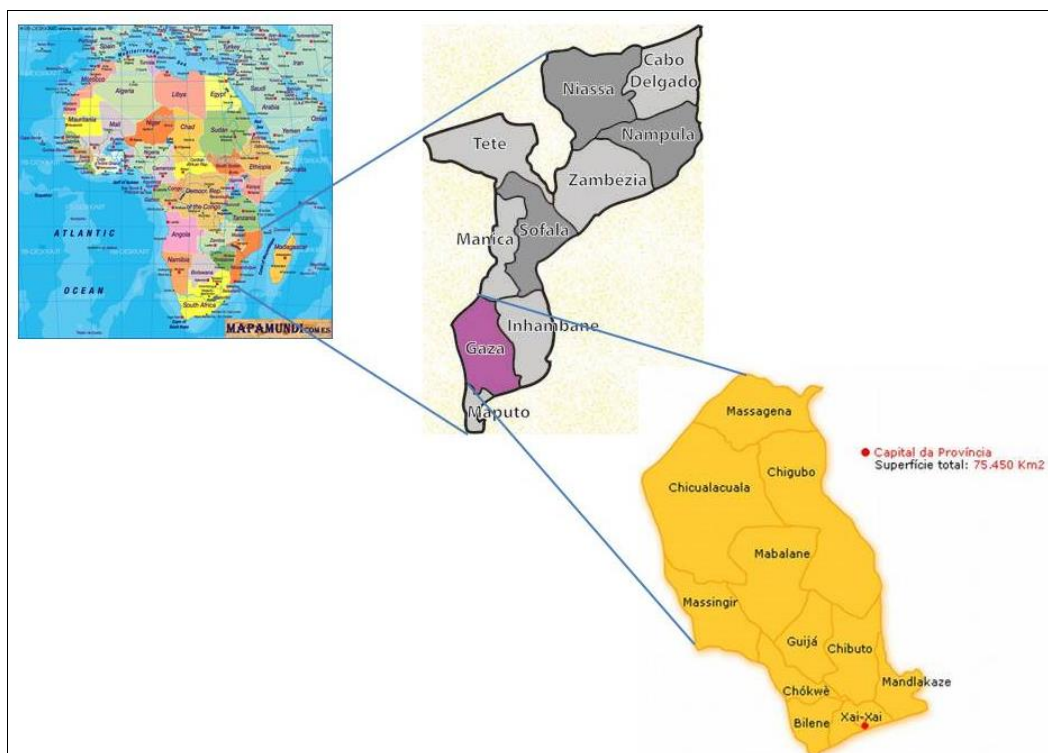


Figura 1 - A província de Gaza, área afectada pela tempestade “Dando”.

## 2. Metodologia

Para a realização desta pesquisa usou-se a revisão documental e o trabalho de campo.

A revisão documental foi realizada a partir da consulta aos diferentes documentos e relatórios elaborados pelo Instituto Nacional de Gestão de Calamidades, pela Administração Regional de Águas, Região Sul, assim como pelos Governos dos distritos afectados.

O trabalho de campo foi realizado no dia seguinte a ocorrência do evento. O objectivo era colher dados reais antes das operações de reconstrução. Assim foi possível, mediante a observação directa e as entrevistas com as vítimas, ter informações de primeira mão e conhecer a percepção da população em relação a tempestade. Foram entrevistadas 27 indivíduos dos povoados severamente afectados.

Os dados depois de analisados são apresentados em gráficos e tabelas.

## 3. A tempestade tropical “dando”

O Instituto Nacional de Meteorologia (INAM), segundo o *Jornal O País*, emitiu, no dia 15 de Janeiro de 2012, um alerta para a aproximação de uma depressão tropical que irá afectar as províncias de Maputo, Gaza e Inhambane. No seu comunicado, o INAM referia que a “tempestade Tropical Moderada ‘Dando’ de categoria 1 que, às 08h00 (do dia 15), se situava a

cerca de 100 km da costa de Xai-Xai, atingiria a costa (no dia 16), na região entre os distritos de Xai-Xai, em Gaza, e Zavala, na província de Inhambane” (figura 2).

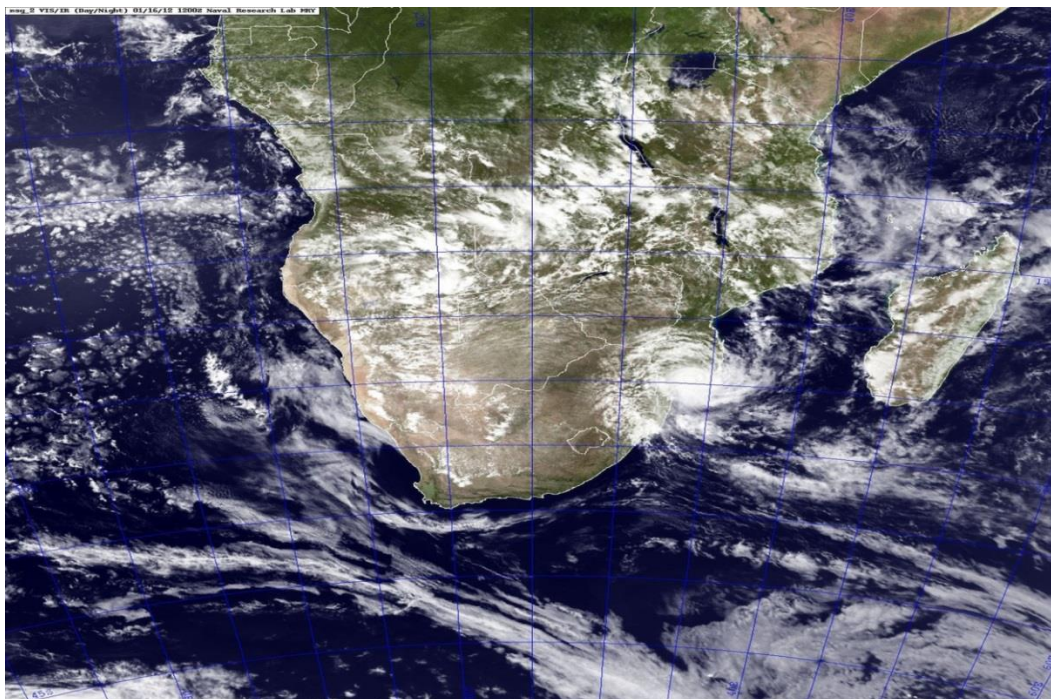


Figura 2 - Imagem da tempestade “Dando”.

A tempestade afectou parte da costa da província de Gaza, tendo incidido com alguma violência nos Distritos de Bilene, Chibuto, Chòkwé, Guijá, Mandlakazi, Xai-Xai e Cidade de Xai-Xai onde rasto de destruição deixado pelo fenómeno foi enorme.

Além da província de Gaza, foram também afectadas áreas costeiras da província de Maputo – distritos de Matutuíne, Maputo-Cidade, Matola, Marracuene e Manhiça –, e a província de Inhambane – distritos de Zavala, Inharrime, Jangamo, Homoine e Inhambane, todas no Sul do país.

A tempestade registou-se nos dias 16 e 17 de Janeiro de 2012, tendo sido caracterizada por ventos fortes que variaram entre 90 a 110 km/h e por chuvas intensas (figura 3).

A precipitação foi maior em Xai-Xai localizado no litoral. As mesmas deram origem a encharcamentos nas áreas mais deprimidas da planície de inundação em Chókwè, Guijá e Xai-Xai.

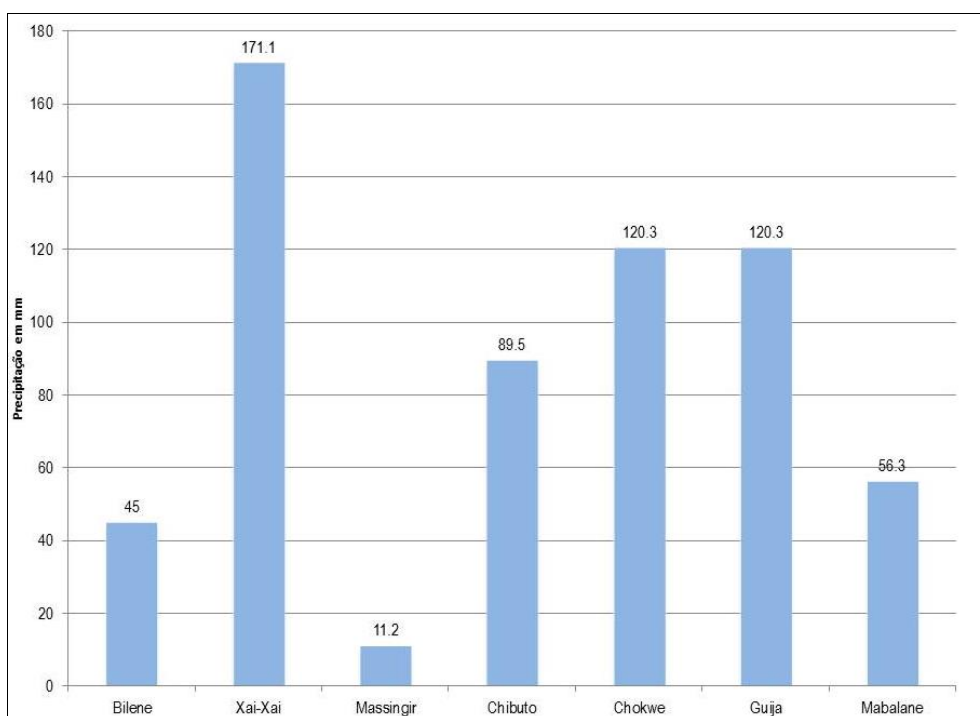


Figura 3 - Precipitação registada durante a tempestade na província de Gaza. (Fonte: INGC, 2012).

#### 4. Os efeitos causados pela tempestade

Os ventos e chuvas fortes causados por uma tempestade tropical causam potenciais perdas de vidas e causam danos em propriedades, comunicações, infra-estruturas e culturas.

Um dos grandes defeitos da depressão dando foi a destruição de casas (figura 4).

Um dos grandes efeitos da depressão foi sobre as residências. Olhando para figura 4 se observa que o número de casas parcialmente destruídas foi maior do que das casas totalmente destruídas. Este facto se deve aos seguintes motivos:

- As totalmente destruídas: por serem casas de construção com material precário (vulgo pau-a-pico - palha, estacas e maticadas ou com as paredes rebocadas com argila). Estas facilmente voam e caem com o efeito do vento.
- As parcialmente destruídas: são casas algumas de madeira e zinco e outras com material convencional mas cobertas com chapas de zinco. Aqui o maior dano foi o de as chapas de zinco terem voado deixando as casas descobertas ou sem tecto. Outras as janelas de vidro ficaram partidas (figura 5).



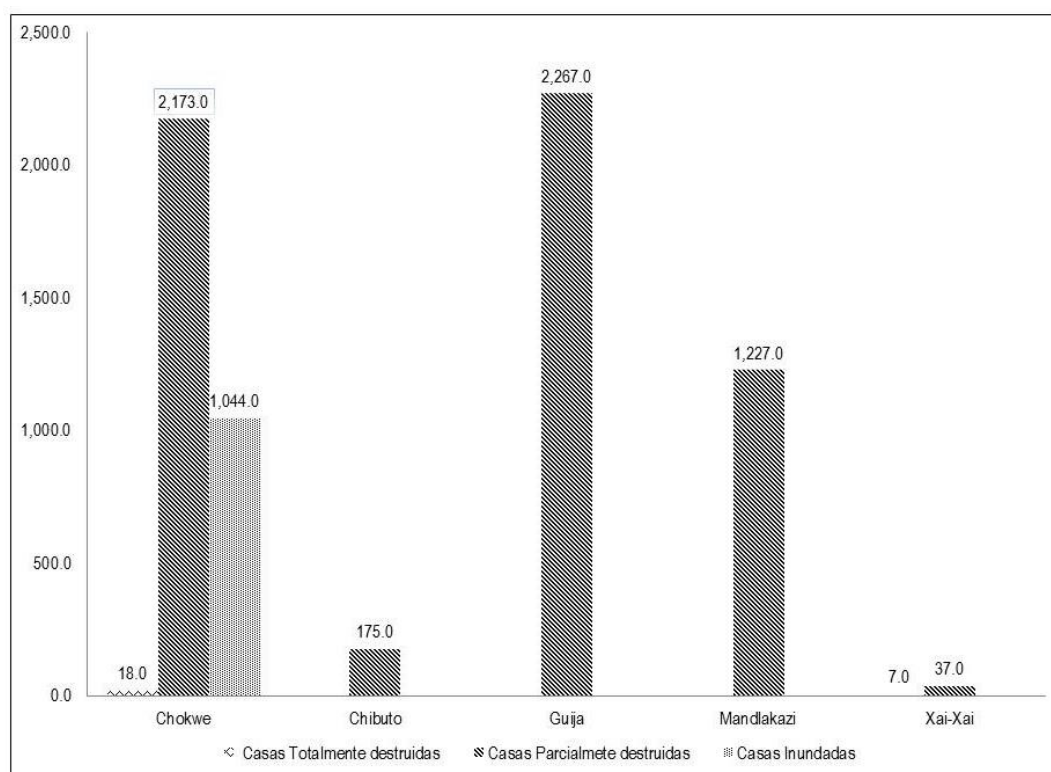


Figura 4 - Danos sobre as casas. (Fonte: INGC, 2012).



Figura 5 - Casas danificadas devido a tempestade “Dando” no distrito de Xai-Xai. (Fonte: INGC, 2012).

Chókwè e Guijá houve mais danos nas casas pelos seguintes motivos:

- Área com relevo plano, sendo a área desprovida de vegetação ou de outra protecção natural ou artificial para as casas;
- Casas meio rural com casas construídas com material precário.

Xai-Xai e Chibuto apresentam relevo dunar que serve de barreira e protecção para as casas.

Houve casas que ficaram inundadas devido a elevada precipitação e por se localizarem em áreas deprimidas com baixa permeabilidade (figura 6).



Figura 6 - Áreas inundadas devido a precipitação durante a tempestade “Dando” (Fonte: INGC, 2012).

Um dos danos mais significativos foi para a área da agro-pecuária (figura 7).

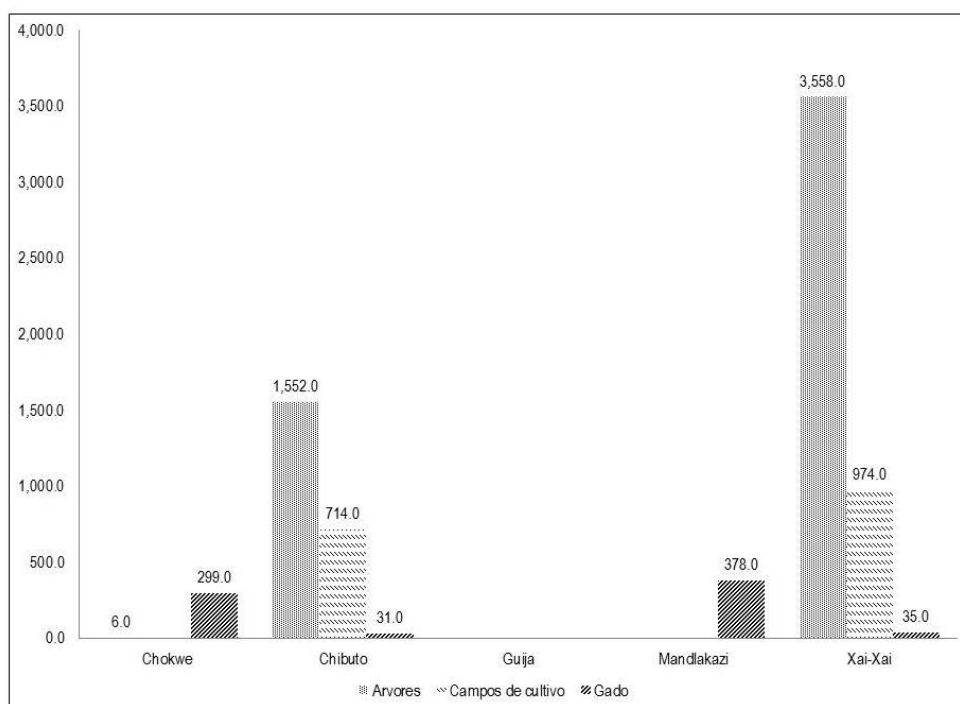


Figura 7 - Efeitos sobre a actividade agro-pecuária. (Fonte: INGC, 2012).

Na figura 7 se observa que em Xai-Xai e Chibuto os danos foram maiores sobre a destruição de árvores. As árvores destruídas foram na sua maior parte os cajueiros e coqueiros (figura 8).

Nesta área as terras são consideradas ideais para cultivo do cajueiro porque apresentem composição arenosa, e são bem drenadas e não apresentam risco de encharcamento enquanto que em Chókwè e Guijá as terras são argilosas e propensas ao encharcamento, pelo que não crescem bem os cajueiros mas sim plantas espinhosas que resistem ao vento.



Figura 8 - Árvores caídas devido a tempestade :”Dando” na província de Gaza.

Os campos de cultivo foram também destruídos. A cultura de milho foi a que mais sofreu porque na altura era a época da mesma.

Os danos também foram sobre as infraestruturas (figura 9).

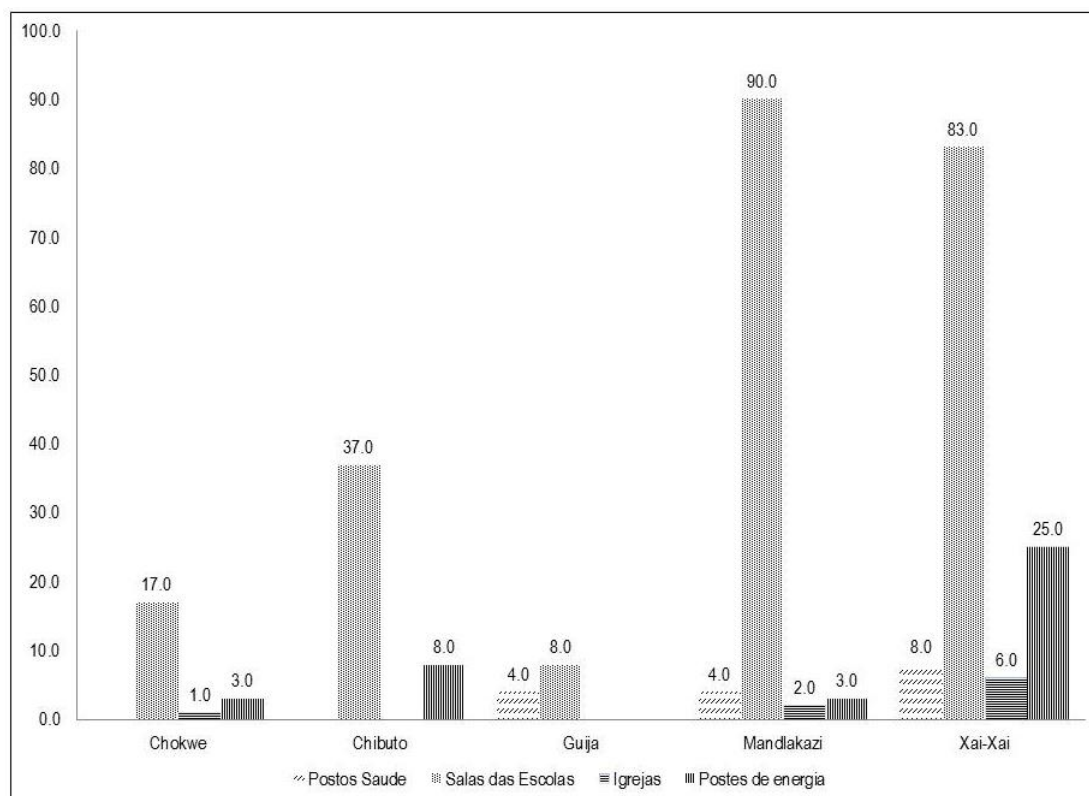


Figura 9 - Efeitos sobre as infra-estruturas (Fonte: INGC, 2012).



Os maiores danos foram na área de educação com a destruição parcial das salas de aulas das escolas. Estas tinham uma cobertura de chapas de zinco, as quais voaram com a força do vento. Algumas escolas eram construídas com material precário (pau-a-pico). Estas últimas ficaram totalmente destruídas.

## 5. Percepções locais do evento

Com vista a conhecer a percepção social do evento, foi realizado um trabalho de campo no dia 17 de Janeiro de 2012, um dia após a ocorrência dos danos no Distrito de Xai-Xai. O objectivo era verificar a percepção da comunidade em relação a tempestade. Foram entrevistadas 27 habitantes de diferentes localidades do distrito onde os danos foram mais intensos.

A comunicação do risco é um elemento essencial para o sucesso na mitigação do risco de catástrofe natural — antes, durante e após a eclosão do evento. Em Xai-Xai verificou-se que somente dos 27 entrevistados, apenas 23 já tinham sido vítimas de tempestades anteriores. Ademais, 17 tinham conhecimento do evento, através da rádio e televisão, sendo que 12 destes partilharam a informação com os demais.

Optou-se por apresentar numa tabela as perguntas e as respostas dadas pelos entrevistados (tabela 1).

Tabela 1 - Perguntas e respostas que reflectem a percepção dos habitantes em relação a tempestade.

Perguntas formuladas	Respostas mais comuns
<b>Quando é que se apercebeu do fenómeno?</b>	No início pelo vento e chuva.
<b>O que fez depois de se aperceber do fenómeno?</b>	Procuramos colocar blocos no telhado para prevenir. Estava na machamba e corri de volta a casa. Interrompemos a reunião dispensamos os alunos e ficamos apenas os encarregados. Fiquei dentro de casa e liguei para a nora que estava na machamba para voltar para casa.
<b>Quando iniciou, achou o fenómeno perigoso?</b>	Não parecia perigoso. Só depois de algumas horas.
<b>Quando é que achou perigoso?</b>	A força do vento. O abanar dos eucaliptos e cajueiros e, ainda dos tectos das casas. Quando caiu a minha casa de banho. Quando vi que as árvores abanavam com força. Quando começaram a voar chapas do tecto. Quando uma chapa de zinco me atingiu no pé e as árvores começaram a cair.
<b>Qual foi a causa do fenómeno?</b>	Acho que é algo feito por Deus. É um fenómeno natural porque é algo que sempre acontece.
<b>Que danos o fenómeno causou?</b>	Desabou o tecto de 5 salas de aulas e caíram árvores. Arrancou o tecto da casa do meu filho, eu a ver e não pude fazer nada, as casas de banho caíram e caiu também um coqueiro no meio da

	<p>casa.</p> <p>Perdi 5 cabritos destruíram-se culturas e a minha caiu cozinha.</p> <p>Perdi algumas chapas do tecto, e molharam alguns produtos da minha barraca.</p> <p>Como a tempestade se arrastou até a noite, os ladrões aproveitaram-se do ocorrido para me roubar a casa.</p> <p>Voou o tecto da secção pedagógica, caiu a casa do Director da Escola, molhou o <i>stock</i> dos novos livros e o material que era conservado na secção pedagógica, as casas dos professores, um hospital ficaram danificadas.</p>
<b>Os danos ocorreram depois ou durante o fenómeno?</b>	Os danos ocorreram durante o fenómeno, mas as galinhas morreram depois.
<b>Qual é a estimativa do valor dos danos sofridos?</b>	<p>Ronda por volta de 5.000 a 6000 meticais.</p> <p>Na machamba tinha 2 hectares de milho e mandioca.</p> <p>Não sei, mas os cajueiros que caíram costumavam produzir muita castanha e vendíamos para reforçar a renda.</p> <p>Perdi 2 cabritos e 3 chapas de zinco da casa.</p>
<b>Que outros danos o fenómeno causou na zona?</b>	<p>Caíram muitos eucaliptos e cajueiros, perdeu-se muito milho na machamba.</p> <p>As salas da escola sofreram muito, e algumas árvores caíram.</p> <p>Caíram árvores, uma pessoa foi ferida por uma chapa de zinco que voou.</p> <p>Caíram árvores e a estrada ficou bloqueada e pessoas perderam culturas.</p> <p>Saiu o tecto da escola e caíram as casas de banho e árvores.</p>
<b>O fenómeno afectou a sua vida?</b>	Sim afectou e continua a afectar.
<b>Como é que se viu afectado?</b>	<p>Não fui a machamba não cozinhei e agora estou alojada em casa de um vizinho e já não sei o que será daqui para frente.</p> <p>Não cozinhei e as crianças dormiram com fome, porque a cozinha estava cheia de água e estávamos preocupados em tentar minimizar os danos da tempestade.</p> <p>Ficamos sem comer enquanto estávamos doentes e nem fomos a hospital por medo de algum acidente.</p> <p>Tive que ficar dentro de casa sem sair, enquanto devia ter ido a escola.</p> <p>As coisas aqui de casa ficaram a estragar-se enquanto eu ia socorrer os meus animais, passei o dia todo empenhada nisso.</p> <p>Não fui a machamba, não fui receber o livro escolar dos meus filhos.</p> <p>Me afectou mais no meu trabalho, porque tive que fechar a minha barraca.</p> <p>Durmo ao relento, passo mal de mosquito, cozinho fora, faço as necessidades fisiológicas no nato e não fui receber o livro escolar do meu filho.</p>
<b>No futuro se souber que há um fenómeno como este o é que fará?</b>	<p>Deixarei os alunos informados pra garantir a segurança dos bens da escola e ficar atento.</p> <p>Não sei porque mesmo aqueles que souberam a tempo sofreram.</p> <p>No futuro, só podemos nos proteger dentro da casa mais segura, trocar a cobertura de chapas de zinco por capim visto que este não demonstra muito perigo.</p> <p>Não é possível fugir do vento porque ele chega em qualquer lugar, só podemos ficar dentro da casa.</p> <p>Irei fazer construções mais seguras, sobretudo a casa de banho que sofreu.</p> <p>Ficar informado, ficar com comida dentro de casa e alertar aos vizinhos.</p> <p>Só posso reconstruir a casa de forma mais segura, para não voltar a sofrer os mesmos danos.</p> <p>Da próxima vez vou fazer uma casa mais segura, embora o vento destrói qualquer coisa.</p>

<b>Como espera mitigar os danos sofridos?</b>	Não sei pois espero meus filhos voltarem da República da África do Sul aonde trabalham, para poderem me ajudar. Não sabemos porque mesmo agora não temos casas de banho, e estamos sozinhos. Não sei, ainda estou desnorteada por causa dos meus animais que perdi. Não sei, ainda vou pedir ajuda aos meus filhos para me fazerem uma casa mais segura. Já avisamos ao nosso marido, ele vai dar um jeito de reconstruir. Construir tudo de novo embora que isso demora algum tempo.
<b>Características do meio social</b>	Vivem situações extremas, vivem na base da agricultura e as suas casas eram de construção precária (caniço e capim). O terreno é plano, tem muitas árvores a volta da casa, tem uma casa de alvenaria e uma de madeira e zinco, o bairro é antecedido por uma baixa extensa, composta por machamba. Terreno plano rodeado de cajueiros, família de baixa renda. Sobrevive da agricultura e criação de gado. Casa do tipo pau-a-pique, terreno plano, renda baixa, sobrevive da agricultura e criação de animais.

A tabela nos mostra que um dos grandes efeitos foi a destruição das casas devido ao tipo de cobertura (chapas de zinco). Mas os dados de campo mostraram também que uma das grandes preocupações era com o saneamento uma vez que as latrinas foram destruídas e não tinham aonde fazer as suas necessidades fisiológicas.

## 6. Conclusão

O trabalho permitiu conhecer os danos derivados da tempestade na província de Gaza. A pesquisa de campo realizada um dia após o evento mostrou que os efeitos foram muito grandes nas comunidades. Os mesmos consistiram na destruição parcial das residências e de infra-estruturas e no encharcamento das áreas deprimidas devido a precipitação ocorrida.

## 7. Bibliografia

«Jornal O País» Disponível em: <http://opais.sapo.mz/index.php/sociedade/45-sociedade/18520-inam-alerta-para-depressao-tropical-ex-dando.html>. Acessado no dia 13/9/16

INGC (2012). *Informação sobre a tempestade tropical moderada “dando” ocorrida no dia 16/01/2012*.

MATHIAS, Rodrigo de Souza Barreto (2012). *Análise e classificação de ciclones utilizando diagramas de fase: conceitos e aplicação em previsão de tempo operacional*. Disponível na pagina web: <http://www.meteorologia.ufrj.br/pos/dissertacoes-e-teses/Mathias-Mestrado-PPGM-IGEO-CCMN-UFRJ-2012.pdf>. Acessado a 123/9/16

TÊSO, José M. da Costa (2006). *Considerações sobre a tempestade tropical delta e influênciana Região Autónoma da Madeira*. Disponível na pagina web: [https://www.ipma.pt/export/sites/ipma/bin/docs/relatorios/meteorologia/rm.int\\_tempestade.tropical.delta.pdf](https://www.ipma.pt/export/sites/ipma/bin/docs/relatorios/meteorologia/rm.int_tempestade.tropical.delta.pdf). Acessado a 123/9/16

# EROSÃO HÍDRICA DE SOLO: APLICAÇÃO EXPERIMENTAL DE TÉCNICAS DE FOGO CONTROLADO E DE PARCELAS DE EROSÃO NO CONCELHO DE SANTO TIRSO (PORTUGAL)

J. Rocha<sup>(a)</sup>, A. Vieira<sup>(b)</sup>, A. Bento Gonçalves<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia, Universidade do Minho  
jmanuelfrocha@sapo.pt

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, CEGOT, Universidade do Minho  
vieira@geografia.uminho.pt

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia, CEGOT, Universidade do Minho  
bento@geografia.uminho.pt

## Resumo

O solo, ao longo dos tempos tem sofrido pressões e transformações, resultantes de múltiplas e variadas dinâmicas, de entre as quais podemos salientar os processos de erosão e consequente degradação do solo, bem como a ação do fogo. As propriedades químicas e físicas do solo podem sofrer alterações em função da intensidade e da severidade do fogo, com consequências no que concerne à presença, qualidade e quantidade de matéria orgânica, crucial para uma possível regeneração do coberto vegetal. Os incêndios florestais têm repercussões no solo devido aos efeitos do fogo sobre o solo, sendo que potenciam uma erodibilidade mais elevada. A realização de uma queima experimental em povoamento de *Eucalyptus globulus* e em matos, procurou-se avaliar as perdas e alterações de solo verificadas após incêndio, concretizando com recolhas de dados e solo, e aplicando técnicas laboratoriais.

**Palavras-chave:** Solo; Queima experimental; Fogo controlado; Erosão hídrica; Propriedades do solo.

## 1. Introdução

O solo é um corpo natural que é condicionado por diversos fatores. Este elemento físico é variável quanto à sua formação e constituição, assegurando à vegetação uma base sólida e consistente que permita a circulação de ar, água e agilize a penetração das raízes (Costa, 1985).

«A erosão do solo é uma das maiores ameaças relacionadas com a perda de solo fértil» (Petan *et. al.*, 2010, pág. 100), ainda que seja um processo que se assemelha à formação dos solos. Contudo, a aceleração deste processo produz resultados opostos, pelo que a abordagem dos diversos processos erosivos é fundamental para a compreensão dos efeitos após ocorrência do fogo (Cerqueira, 2001).

As alterações registadas na superfície do solo pela ação da combustão produzida pelo fogo, como a acumulação de cinzas, (e.g. como a folhada dos povoamentos de *Eucalyptus globulus*) (Ferreira *et. al.* 2010), poderá modificar a repelência da água do solo, devido às suas características.

A repelência da água do solo (hidrofóbica) «é uma propriedade natural do solo que reduz a necessidade de água de forma a resistir ao encharcamento durante períodos de poucos segundos até meses» (Varela e Benito, 2013, pág. 1). Esta condição do solo apresenta uma intensidade máxima em períodos de seca e diminui com os períodos chuvosos, dependendo principalmente da humidade, da temperatura e da taxa de evapotranspiração do solo. A menos de 175° C existem poucas mudanças no regime hidrofóbico do solo. Porém, a água de repelência é induzida quando as temperaturas variam entre 175 e 200 °C, enquanto a destruição do poder de repelência do solo ocorre a temperaturas entre 280 e 400 °C (Soto *et. al.*, 1991 e, Doerr e Shakesby, 2009)

O solo quando afetado pelo fogo pode sofrer alterações das suas características, geralmente da cor, que ocorre a temperaturas entre os 100 °C e os 250 °C, relacionado com a desidratação do solo, alterando as propriedades coloidais e as propriedades da matéria orgânica (MO).

A infiltração de água no solo aumenta quando a MO se acumula à superfície, aumentando o número de macroporos devido à atividade microbiana, derivando numa maior permeabilidade e na estruturação dos agregados. Já a evapotranspiração é determinada pela proporção de precipitação total da bacia hidrográfica promovida pelo poder de vazão ou pela recarga aquífera (Neary e Ffolliott, 2005).

Um outro fator, a escorrência, é preponderante na erosão hídrica, pois após o fogo formam-se duas camadas à superfície do solo (a camada hidrófoba e a hidrófila) que têm influência na erosão.

Para se testar e avaliar quais as alterações que se verificam a nível do solo após um incêndio florestal implementou-se no terreno uma situação experimental, que consistiu numa queima experimental com recurso a duas técnicas de fogo controlado, num povoamento adulto de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) e em matos.

A queima experimental foi antecedida por um conjunto de trabalhos que visaram a caracterização (solo, vegetação e relevo) da área de estudo, tendo-se procedido a novas recolhas de solos após a realização do fogo.

A *posteriori* instalaram-se duas “parcelas de erosão” para a avaliação da erosão verificada no solo queimado. A avaliação do risco de erosão do solo implica o conhecimento dos fatores responsáveis pela degradação do solo, como o clima, relevo e os fatores antrópicos, mas também dos efeitos do fogo no solo que, ao conjugar-se todos os fatores, promovem a erosão acelerada do solo (Grimm, Jonnes e Montaranella, 2002).

## 2. Área de estudo

Reguenga é uma freguesia portuguesa do município de Santo Tirso (Fig. 1) com uma população de 1596 habitantes (censos de 2011) e 5 Km<sup>2</sup> de área<sup>(1)</sup>, o que implica uma densidade populacional de 319 hab/km<sup>2</sup>. Situa-se na parte Sudeste do município, dista cerca de 8 km da sede do concelho (União de Freguesias de Santo Tirso, Couto e Burgães) e faz fronteira com a freguesia de Agrela, União de Freguesias de Carreira e Refojos e União de Freguesias de Lamelas e Guimarei, e também com município de Paços de Ferreira.

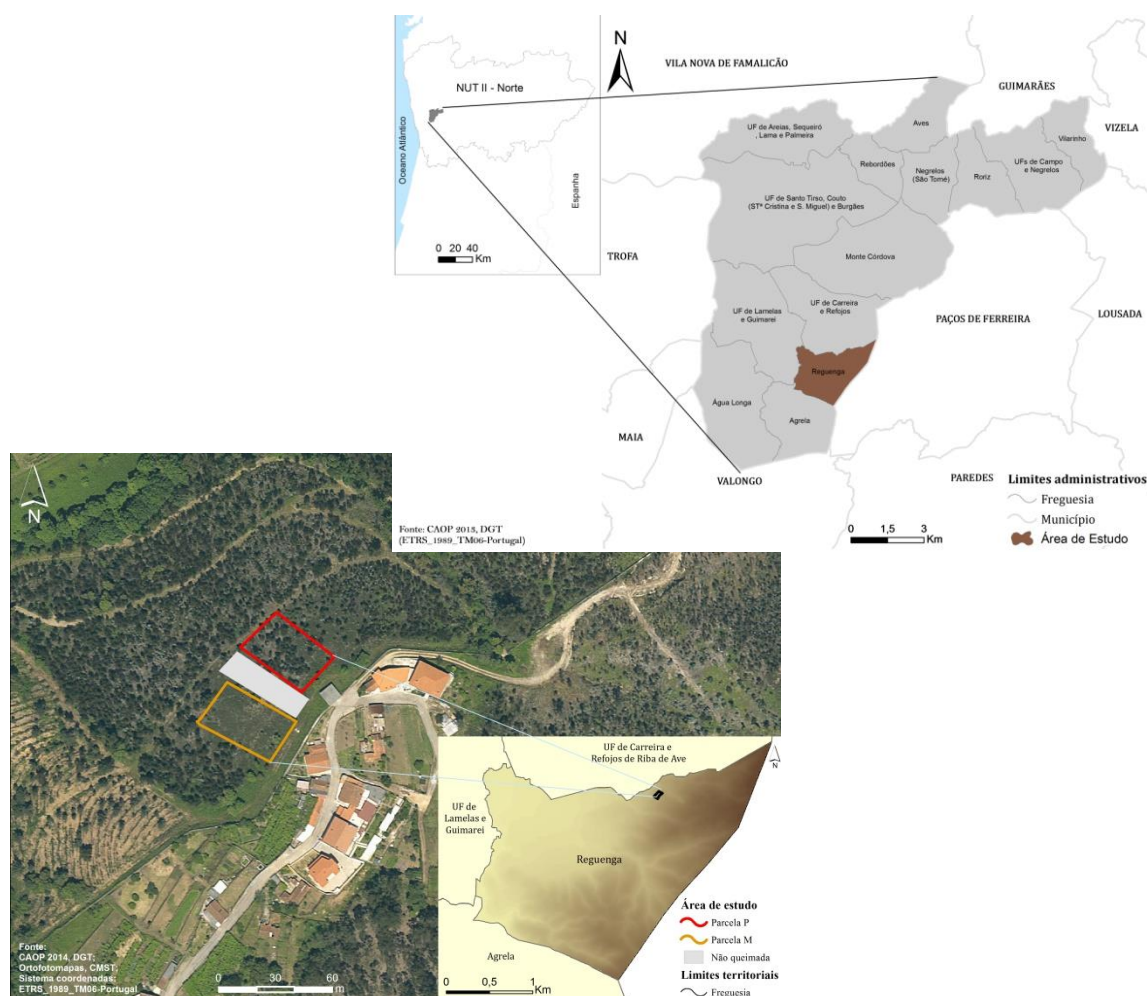


Figura 1 - Enquadramento geográfico da área de estudo e das Parcelas, Reguenga - Santo Tirso

A Bouça da Samoça é uma propriedade florestal privada, situada na freguesia da Reguenga (Santo Tirso), ladeada de muros de pedra, e com povoamentos florestais constituídos na sua maioria por

<sup>(1)</sup> DGT – CAOP 2013

pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), eucaliptos e matos, destacando-se ainda alguns sobreiros isolados.

Na área de estudo (Bouça da Samoça), as parcelas encontram-se entre os 200 e 300 metros de altitude, em vertentes com exposição a Oeste (Área de Estudo M - Matos) e Noroeste (Área de Estudo P - Povoamentos) e declive entre 10 a 15 graus (20 a 25%) de inclinação. Na Área de Estudo, predominam as corneanas psamíticas, do Silúrico, rochas metamórficas de contato ou termiais, resultado das rochas adjacentes às intrusões ígneas pela proximidade com metamorfismo de contato (Medeiros, Moreira e Pereira, 1980).

Os solos pertencem à sub-unidade pedogénica dos Leptosolos distrícos em xistos (LPd.x), com uma rocha originária de xisto ou rochas afins em que a textura dos elementos presentes no horizonte A podem ser franco-arenoso ou franco (DRAEDM, 1995).

Na área de estudo a temperatura média mensal mais elevada corresponde ao mês de Julho com 20,8 °C e a temperatura média mensal mais baixa ao mês de Janeiro com 9 °C. Relativamente à precipitação, os valores mais baixos registados na estação de Santo Tirso correspondem aos meses de Julho e Agosto, com média mensal de 22,7 mm e 25 mm, respetivamente

### 3. Metodologia

A metodologia aplicada visou a avaliação dos efeitos no solo das duas queimas experimentais, em *Eucalyptus Globulus* e em matos, realizadas na Bouça de Samoça (Reguenga – Santo Tirso) e posterior monitorização.

#### Parcelas

O estudo da erosão do solo após a passagem do fogo foi baseado em parcelas de erosão, estruturas simples, robustas, de fácil instalação e baixa necessidade de manutenção (Shakesby *et. al.*, 1991), que permitem quantificar a escorrência e as perdas de solo e avaliar as taxas de erosão hídrica.

As parcelas de erosão têm uma dimensão de 5 x 2 m (10 m<sup>2</sup>) retangular na parte superior e terminando em “V aberto”, onde se ligam a caixas *Gerlach* modificadas (Shakesby *et. al.*, 1991). São construídas com chapas de alumínio com 20 cm de altura e 2 metros de comprimento e encontram-se presas ao solo por estacas de metal com 70 cm de comprimento. A estabilização da área de receção faz-se através da perfuração de um sulco no solo com 5 cm profundidade por toda a área e as chapas são fixadas com as estacas de metal, em forma de pinça em V, que perfuram o solo em 15 cm, sendo dispostas em diversos locais de forma à parcela ficar estabilizada (Fotografia 1).





Fotografia 1 - Parcelas de Erosão - Montagem e Parcelas finais

A caixa de erosão/recipiente de recolha dos sedimentos (caixa *Gerlach* modificada) é composta por uma caixa metálica com um filtro e um orifício de escoamento da água (Fotografia 2). O filtro é uma rede de malha de 0,22 mm que funciona como retentor das partículas de solo provenientes do escoamento hídrico e da erosão superficial. Porém, a água de escorrência e os materiais mais finos (dissolvidos e em suspensão) após caírem na caixa de erosão são escoados pelo orifício de escoamento de água, sendo esta canalizada através de mangueiras até aos depósitos/coletores de água, com capacidade de 220 litros e aí armazenada.



Fotografia 2 - Caixa de Erosão ou de Gerlach modificada

Foram também instalados pluviómetros junto a cada parcela, para a quantificação da precipitação acumulada.

### Queima experimental

Na queima experimental, realizada em maio de 2014, recorreu-se a duas técnicas de fogo controlado, efetuadas por técnicos credenciados em fogo controlado, auxiliados pelos sapadores florestais e pela proteção civil do município de Santo Tirso, bem como pelos Bombeiros Voluntários de Santo Tirso e supervisionado pela equipa de investigadores do Departamento de



Geografia da Universidade do Minho. Foi aplicada numa área com *Eucalyptus globulus*, com folhada em subcoberto (Área da Parcela P) e noutra com matos densos (Tojo, sargaço e giestas com aproximadamente 4 anos de idade até 1 metro de altura) (Área da Parcela M). Ambas as áreas estavam expostas a NW e apresentavam um declive de 25%. No momento da experiência o continente português estava sob influência do Anticiclone dos Açores que se estendia em crista desde o NW ou a norte da Península Ibérica, onde se posicionava. A ação anticiclónica proporciona bom tempo, pelo que se fez sentir no local uma variação entre os 16 °C a 25 °C, com vento a soprar fraco do quadrante norte, entre os 8 e os 10 Km/h e uma humidade relativa a variar entre 30 a 46 %.

Na queima experimental foram utilizadas duas técnicas de condução do fogo. Enquanto na área da Parcela P o fogo foi conduzido de flanco/lateral, na área da Parcela M, a condução foi feita a favor do vento e do declive. Com a aplicação deste tipo de técnicas de condução de fogo pretendeu-se alcançar diferentes tipos de intensidade e severidade do fogo. Segundo Bento-Gonçalves *et al.*, (2014) durante a queima experimental, a aplicação da primeira técnica permitiu que a combustão fosse muito lenta e pouco intensa, tendo-se verificado um maior tempo de residência da chama (com altura, comprimento e profundidade reduzidas) no solo, o que implicou uma reduzida área queimada por unidade de tempo tornando esta técnica menos rentável em grandes áreas.

#### Métodos laboratoriais

Os procedimentos laboratoriais subsequentes ao trabalho de campo são múltiplos e variados.

O material sólido, recolhido nas caixas de erosão, é colocado na Mufla à temperatura e 60 °C durante 72 horas consecutivas, tendo como objetivo eliminar a água presente nos sedimentos recolhidos. Posto isto, retira-se o material sólido dos sacos e pesa-se a amostra

Na fase seguinte avaliamos o teor de matéria orgânica através do teste "lost on ignition", o qual consiste na inceneração, no forno, do material seco previamente na mufla, durante 5 horas a uma temperatura de 560 °C, o que permite a volatilização da matéria orgânica presente na amostra. A matéria mineral é seguidamente sujeita a um processo de crivagem com o objetivo de definir a textura da componente mineral.

A amostra é colocada no agitador de peneiros, usando-se uma coluna de crivos de 4mm a > 45µm, onde a mesma é agitada durante 10 min. Terminada a separação das partículas, o conteúdo de cada crivo é pesado numa balança eletrónica de precisão e registado no formulário concebido para o efeito.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Precipitação e escurrência

O fogo é responsável pela perda do coberto vegetal do solo, bem como da possível perda do horizonte 0 do solo, que tem como principais funções a retenção da humidade, controlar a infiltração de água no solo e proteger os agregados do solo do impacto das gotas de chuva (Villas *et. al.*, 2013).

Os dados recolhidos e analisados correspondem ao período de Maio de 2014 a Outubro de 2015, período onde se verificou uma precipitação total acumulada de 2400 mm, mostrando as Figuras 1 e 2 a escurrência e a precipitação acumulada registadas nas Parcela P (Povoamentos) e Parcela M (Matos).

A precipitação entre parcelas diferencia-se em cada período de recolha, pois um pluviómetro encontrava-se em área aberta – Parcela M (matos) (Figura 2), enquanto o outro se encontrava em área sob coberto – Parcela P (povoamentos Eucaliptos) (Figura 3), o que explica a menor quantidade de precipitação acumulada no pluviómetro situado junto a Parcela P.

A escurrência registada na Parcela P foi menor em virtude do rápido crescimento da vegetação e da existência do povoamento de eucaliptos, o que aumenta a intercepção da chuva e provoca o aumento da infiltração (Figura 3).

Os períodos em que foram registados maiores quantitativos de escurrência, na Parcela M, corresponderam às recolhas realizadas em Novembro de 2014, Outubro de 2014 e Julho de 2014 (27,1 l/m<sup>2</sup>, 26,9 l/m<sup>2</sup> e 25,7 l/m<sup>2</sup>, respetivamente), período imediatamente subsequente à implementação da queima experimental. No que diz respeito à precipitação, apesar de não se verificar uma correspondência exata com a escurrência, ela é parcial e significativa, verificando-se que foi nas recolhas de Novembro de 2014, Fevereiro de 2015 e Outubro de 2014 que se registaram os valores de precipitação mais elevados (646,5 mm, 246,2 mm e 224,7 mm, respetivamente).

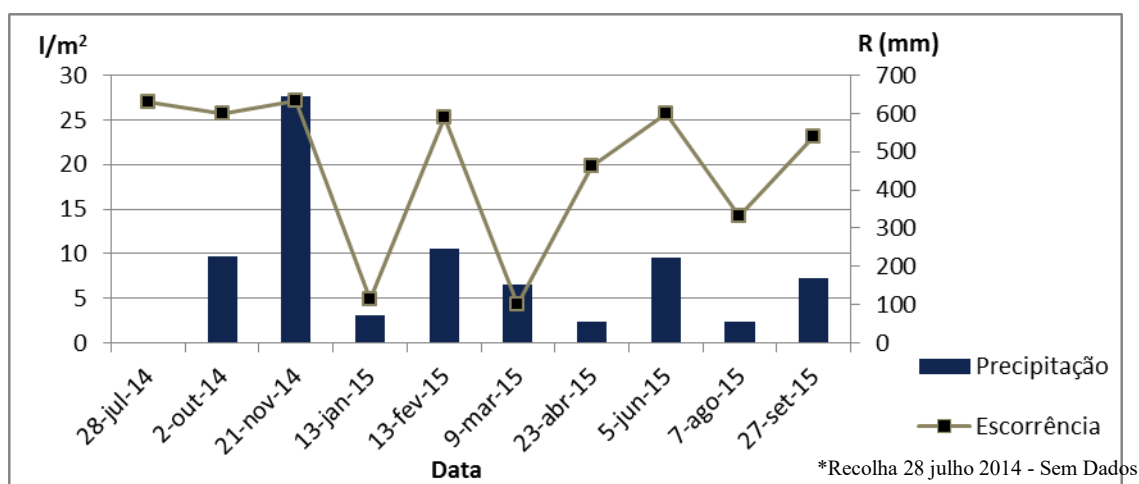


Figura 2- A escoerência e precipitação registrada na Parcela M

No registo de precipitação e escoerência da Parcela P (Figura 3) verifica-se que os períodos com valores de escoerência mais elevados foram Novembro de 2014, Outubro de 2014 e Setembro de 2015 (25,3 l/m², 25,2 l/m² e 23 l/m², respetivamente). No entanto, os três períodos de precipitação mais elevados (Novembro de 2014 – 566 mm; Outubro de 2014 – 208,4 mm e Junho de 2015 – 184,7 mm) só têm correspondência com uma escoerência elevada na 3ª e 2ª recolha, um pouco à semelhança do que havia sido verificado na Parcela P.

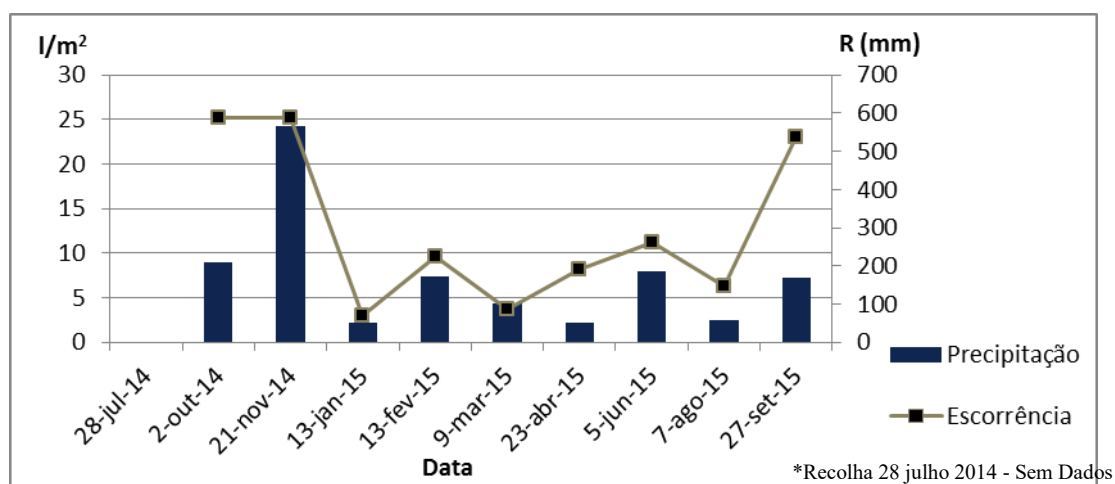


Figura 3 - A escoerência e a precipitação registrada na Parcela P

Na Parcela M (Figura 2), os valores da escoerência são próximos dos valores de precipitação, indicando desta forma que há uma reduzida taxa de infiltração, a qual se deverá a um conjunto de fatores (intensidade da precipitação, ausência de vegetação, repelência do solo e saturação do

solo) levando ao aumento da escorrência, e eventual lixiviação da camada de cinzas hidrófilas (diminuição drástica dos nutrientes no solo) (Ferreira *et. al.*, 2010 e Neary e Ffolliott, 2013).

#### 4.2. Erosão

Com base nas Fig. 4 e na Tabela 1, que apresenta a matéria mineral do solo erodido, pode-se observar um solo com características principalmente franco-areno-argiloso. Ao observa-se a Fig. 4, nas várias recolhas há uma perda bastante significativa de “Areia” e uma perda relevante de “Silte e Argila”.

A argila, devido às suas propriedades coloidais, é um elemento importante do solo. A perda desta fração por erosão hídrica origina uma desagregação das partículas do solo. Assim sendo, as maiores perdas de “Silte e Argila”, na Parcela M (Fig. 2), verificou-se na 3ª, 4ª e 10ª recolha (36%, 32% e 27,5%). Já no que respeita às menores perdas de “Silte e Argila”, foram registadas na 7ª, 5ª e 6ª recolha (14,5%; 16,9% e 18,9%). Na Parcela P (Fig. 2), as perdas de argila comparativamente com a Parcela M nunca foram superior a 30%. Assinala-se a 8ª, 9ª e 6ª recolha (29,7%; 29,3% e 28,7%, respetivamente) com perdas de “Silte e argila” mais elevadas, no entanto, verifica-se uma perda de “Silte e argila” mais reduzida na 4ª, 7ª e 5ª recolha (18,7%; 18,8% e 19,7%, respetivamente). De referir, por último, que as perdas menores de “Silte e argila” na Parcela P são mais elevadas do que as registadas na Parcela M.

Tabela 1 - Classificação da textura do solo das Parcelas M e P

Recolha Nº	Parcela	Textura
2	P	Franco-Areno-Argilosa
	M	Franco-Areno-Argilosa
3	P	Franco-Areno-Argilosa
	M	Argilo-Arenosa
4	P	Franco-Arenosa
	M	Argilo-Arenosa
5	P	Franco-Arenosa
	M	Franco-Arenosa
6	P	Franco-Areno-Argilosa
	M	Franco-Arenosa
7	P	Franco
	M	Arenosa
8	P	Franco-Areno-Argilosa
	M	Franco-Areno-Argilosa
9	P	Franco-Areno-Argilosa
	M	Franco-Areno-Argilosa
10	P	Franco-Areno-Argilosa
	M	Franco-Areno-Argilosa

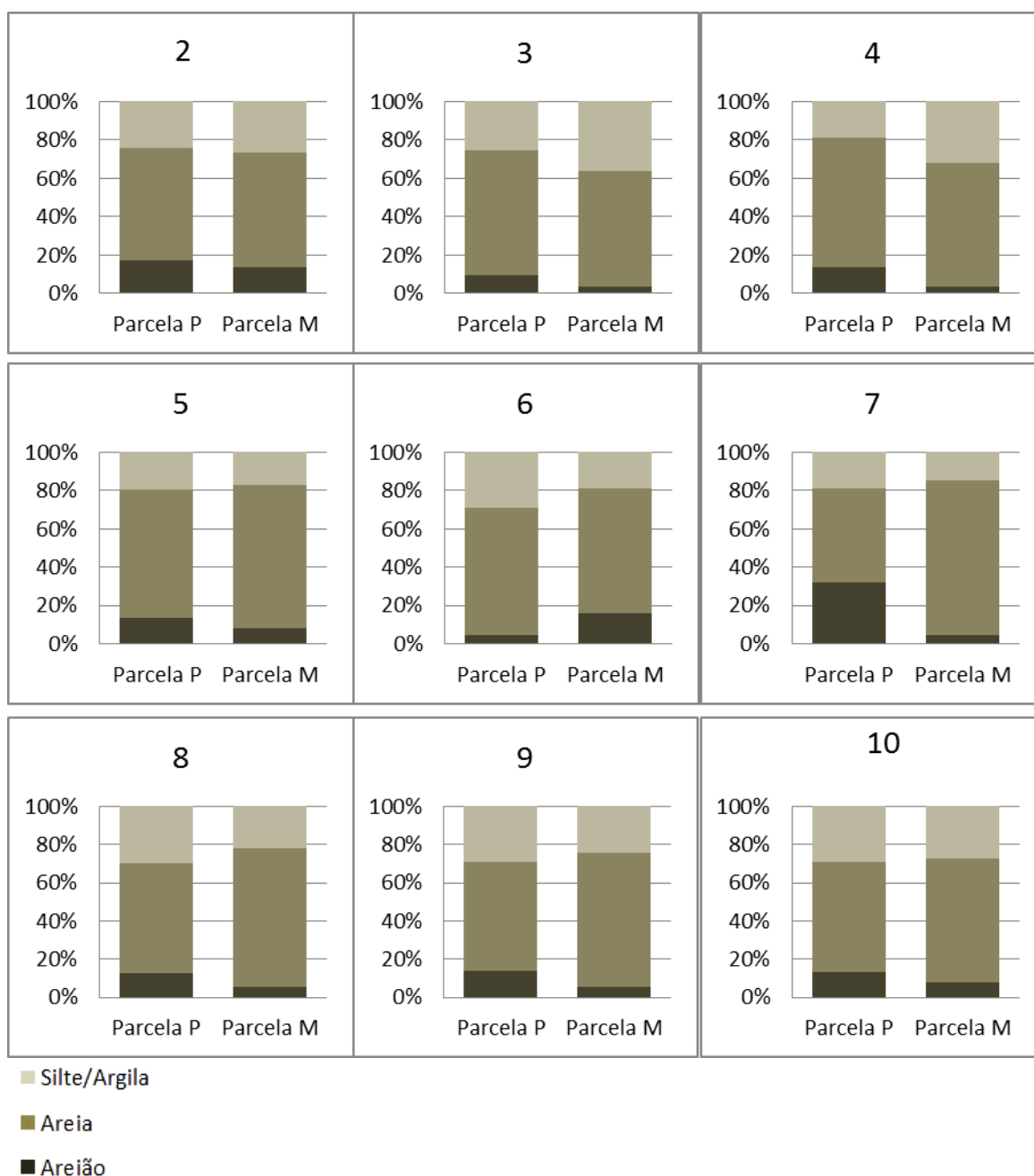


Figura 4 - Composição da matéria mineral das Parcelas M e P, por nº de recolha

#### 4.3. Perda de matéria orgânica

A matéria orgânica (MO) do solo é um constituinte fundamental do solo e constitui a maior reserva de carbono (C) orgânico à superfície da terra (González-Vila *et. al.*, 2009). Este constituinte influencia as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e é responsável pela disponibilidade de nutrientes às plantas e desenvolvimento dos microrganismos do solo (Rosa *et. al.*, 2013).

A matéria orgânica é sobretudo responsável no processo de agregação de materiais argilo-húmicos, pois na sua generalidade «são agregados menos consistentes nos estados secos e húmidos» (Costa, 1985, pág. 316). Assim a matéria mineral (silte e areia fina) é revestida por matéria orgânica decomposta e que na interação química proporcionada pelas partículas de argilas, conjuntamente com o óxido de ferro e alumínio, possibilita a agregação das partículas individuais tornando os agregados estáveis à água (Brady e Weil, 2013).

Os diferentes predomínios de partículas que constituem o solo, definem a tipologia de solo quanto à textura. Assim, solos com mais de 30% de argila são denominados de *argilosos*, quando a proporção de areia for superior a 85% a amostra é classificada de *arenosa*, porém se a quantidade de argila é superior à areia e apresentar mais de 50% de limo, o solo é franco (Lepsch, 1977; Cerqueira, 2001; Costa, 1985). Com base no “Diagrama de Textura” (Cerqueira, 2001) classificou-se as diferentes recolhas quanto a sua composição.

Nas recolhas efetuadas desde Julho de 2014 até Outubro de 2015 (Figura 5) verifica-se que a perda de matéria orgânica (MO) na Parcela M registou o valor mais elevado em Julho de 2014, Fevereiro de 2015 e Novembro de 2014 (46,7 %, 28,4% e 27,1%, respetivamente) e os valores mais reduzidos de perda de MO, na mesma parcela, registou-se em Outubro de 2014, Abril de 2015 e Agosto de 2015 (1,9%, 14,1% e 17,8%, respetivamente). Assim, quando se verifica um aumento da matéria mineral há um decréscimo da MO, ou vice-versa. Nos dados observados existe mais perda de matéria mineral do que MO.

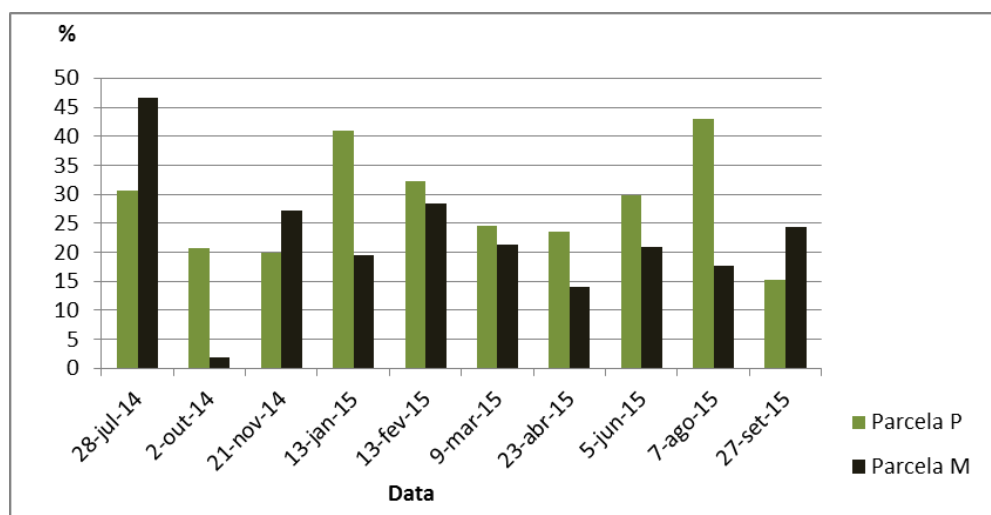


Figura 5 - Matéria orgânica presente nas recolhas das Parcelas M e P

Na Parcela P o valor mais elevado de perda MO registou-se nas recolhas de Agosto de 2015, Janeiro de 2015 e Fevereiro de 2015 recolha (42,7%, 41% e 32,3%, respetivamente), e os valores

mais reduzidos foram registrados nas recolhas de Setembro de 2015, Novembro de 2014 e Outubro de 2014 recolha (15,2%, 20% e 20,8%, respetivamente). A Parcela P apresenta uma perda de MO superior a 20%, não se registando discrepâncias tão elevadas ao longo do período em análise, comparativamente com a Parcela M.

## 5. Notas conclusivas

O presente texto visa a apresentação preliminar dos principais resultados da queima experimental realizada em maio de 2014, no município de Santo Tirso, onde se testaram duas técnicas de condução de fogo, em povoamento de eucaliptos e em mato.

A utilização de fogo controlado tinha como objetivo a redução da matéria vegetal na área, de forma a reduzir o combustível, principal fator de ignição de incêndios no período estival. A utilização de fogo controlado pode ser muito importantes para a gestão dos espaços florestais, sendo no entanto necessário acautelar os seus efeitos nas propriedades e perdas do solo.

Neste sentido, observa-se que, relativamente à escorrência o comportamento foi dentro do esperado, verificando-se ser mais acentuada no período imediatamente após a queima experimental (5 a 6 meses), em ambas as parcelas instaladas.

Esta ação erosiva mais significativa refletiu a atuação da precipitação que ocorreu de forma significativa, especialmente no decurso dos meses de outubro e novembro de 2014. No período subsequente a resposta da escorrência (e consequente produção de erosão) pode ser, grosso modo, correlacionável com a precipitação, observando-se maior produção de sedimentos transportados pela escorrência nos períodos de maior precipitação, em ambas as parcelas.

A única exceção foi a recolha do mês de março de 2015, que teve valores de produção de escorrência elevados, se comparados com os reduzidos valores de precipitação registados.

Os resultados da análise da componente mineral e da matéria orgânica erodidos refletem a diferença entre a ocupação das duas parcelas, sendo especialmente relevante no caso da matéria orgânica, com valores quase sempre superiores na parcela instalada na área de povoamento, onde a carga combustível existente era superior.

## 6. Bibliografia

Archégui, V., Lozano, E. & Jiménez-Dimilla, P. (2013). *Efectos del fuego en las propiedades físicas del suelo*. Red Temática Nacional Efectos de los Incendios Florestales sobre los Suelos (FUEGORED). Ficha técnica FGR 2013/04.

Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Castro, A. M., Fonte, C., Bessa, P. & Borges, A. (2014). *Efeitos do fogo no solo, na sequência de uma queima experimental – síntese metodológica*. III Congresso Internacional, I Simpósio ibero-americano e VIII Encontro Nacional de Riscos – Multidimensão e Territórios de Risco. Resumos, RISCOS.

- Brady, N.C. & Weil, R.R. (2013). *Elementos da natureza e propriedades dos solos*. 3ª Edição. Porto Alegre: Bookman.
- Cerqueira, J. (2001) *Solos e Clima em Portugal*. 2ª Edição. Clássica Editora.
- Costa, J.B. (1985) *Caracterização e constituição do Solo*. 6ª Edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- De Bano, L. F. & Deary, D. G. (2005). Effects of Fire on Soil and Water In Wildland Fire in Ecosystems, *Its importance, characteristics and general responses to fire*. Vol. 4. USDA – Forest service. Rocky Mountain Research Station.
- Doerr, S. H. & Shakesby, A. C. (2009). *Soil water repellency – Principles, causes and relevance in fire affected environments*. Cátedra divulgación de la Ciencia. España: Universitat de València.
- DRAEDM (1995) *Memória Descritiva*. Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro e Minho, 1/1000000.
- Ferreira, A. D., Alegre, S. P., Carvalho, T., Silva, J. S., Pinheiro, A. Q. & Coelho, C. (2010). Ecologia do Fogo In Ferreira, A. D. (Ed.) *Estratégias e técnicas de conservação do solo e da água após incêndios* (pp. 229-249) Capítulo X. Lisboa: ISAPress.
- González-Vila, F. J., Almendro, G., González-Pérez, J. A., Knicker, H., González-Vásquez, R., Hernández, Z., Piedra-Buena, A. & De la Rosa, J. M. (2009). *Transformaciones de la materia orgánica del suelo por incendios naturales y calentamientos controlados en condiciones de laboratorio*. Cátedra divulgación de la Ciencia. España: Universitat de València.
- Grimm, M., Joner, R.J.A. & Montanarella, L. (2002). *Soil erosion risk in Europe*. European Soil Bureau. Luxemburgo: OPOCE.
- Jordán, A., Zavla, L. M., González, F. A., Bárcenas-Moreno, G. & Mataix-Solera, J. (2010). *Repelencia al agua en suelos afectados por incendios: métodos sencillos de determinación e interpretación*. Cátedra divulgación de la Ciencia. España: Universitat de València.
- Lautensach, H. (2000). *Geografia de Portugal – As características fundamentais da geomorfologia*. Vol. 1. Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- Lepsch, Igo F. (1977). *Solos - formação e conservação*. Edições Melhoramentos. Instituto Nacional do Livro – MEC. Editora da Universidade de São Paulo.
- Medeiros, C.A., Moreira, A. e Pereira, E. (1980) *Nota explicativa da Folha 9-D, Penafiel 1/50000*. Lisboa: Direção-Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal.
- Neary, D. G. & Ffolliot, P. F. (2005) Effects of Fire on Soil and Water In Wildland Fire in Ecosystems, *Its importance, characteristics and general responses to fire*. Vol. 4. USDA – Forest service. Rocky Mountain Research Station.
- Neary, D. G., Klopatek, C. C., De Bano, L. F. & Ffolliot P. F (1999). Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management*, 137. Elsevier. 51-71.
- Petan, S, Taveira-Pinto, F., Miko, M. & Pais-Barbosa, J. (2010). *Modelação da erosão do solo da Bacia hidrográfica do Rio Leça com equação Rusle e SIG*. Vol. 3. Lisboa: APRH. 99-100.
- Rosa, J. M., Almendros, G., Knicker, H., Hernández, Z., Arias, E. & Gonzáles-Vila, F. J. (2013). *Investigaciones recientes sobre el impacto del fuego en la materia orgánica del suelo*. Red Temática Nacional Efectos de los Incendios Forestales sobre los Suelos (FUEGORED). Ficha técnica FGR 2013/09.
- Shakesby, A. R., Walsh, R. P.D. & Coelho, C.O.A. (1991). *New Developments in Techniques for Measuring Soil Erosion in Burned and Unburned Forested Catchments, Portugal*. Berlim: Suppl. Bd.83.161-174.
- Soto, B., Benito, E. & Diaz-Fierros, F. (1991). Heat-induced degradation processes in forest soil. *Int. J. Wildland Fire* 1 (3), 147-152. USA: Fire Research Institute.
- Varela, M. E. & Benito, E. (2013). *Repelencia al agua en suelos afectados por el fuego*. Red Temática Nacional Efectos de los Incendios Forestales sobre los Suelos (FUEGORED). Ficha técnica FGR 2013/08.
- Villas, D. B. & Úbeda, X. (2013). *Consecuencias hidrológicas y erosivas de um incendio florestal*. Red Temática Nacional Efectos de los Incendios Forestales sobre los Suelos (FUEGORED). Ficha técnica FGR 2013/05.





## NOTÍCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA 1ª METADE DO SÉCULO XX (1927-1938) EM PORTUGAL CONTINENTAL

F. Ferreira-Leite<sup>(a)</sup>, A. Bento-Gonçalves<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> CEGOT, Universidade do Minho  
florafferreiraleite@gmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia, CEGOT, Universidade do Minho  
bento@geografia.uminho.pt

### Resumo

A realidade dos Grandes Incêndios Florestais (GIF) em Portugal passou por diferentes fases em termos da sua dimensão e do limiar da área ardida máxima numa só ocorrência. À luz dos atuais conhecimentos, o que se sabia até há pouco tempo era que, na década de 1970 os se GIF's tornaram bastante frequentes, mas foi somente na década de 1980 que se atingiram os 10.000 ha de área ardida num só incêndio. Durante a década seguinte, a década de 1990, houve um aumento do número e dimensão dos GIF's, tendo-se atingido os 20.000 ha em duas ocasiões, nos últimos 10 anos. Com esta comunicação pretende-se apresentar e discutir novos dados, que resultam de uma exaustiva pesquisa de notícias sobre incêndios florestais, em jornais diários, desde 1927 até 1938, e que apontam para um novo paradigma da ocorrência e da dimensão dos maiores GIF em Portugal continental antes da década de 1970. Com efeito, a pesquisa revelou que sempre existiram GIF's, de muito grande dimensão, e cuja ocorrência era mais frequente do que aquilo que se julgava ser a realidade dendrocaustológica desse período.

**Palavras-chave:** Incêndios florestais, jornais, notícias,.

### 1. Introdução

Os incêndios florestais têm sido um processo importante que têm afetado a superfície da Terra e a atmosfera há mais de 350 milhões anos tendo as sociedades humanas coexistido com o fogo desde o seu surgimento (Doerr and Santín, 2016).

Assim, os incêndios são parte integrante de muitos ecossistemas, tendo acompanhado os desbastes da floresta através dos tempos, podem ser considerados um “fator ecológico”, determinante no desenvolvimento ou regressão dos sistemas florestais em diversas partes do Mundo.

Nas áreas de clima mediterrâneo, o seu papel foi muito marcante, o que se ficou a dever a uma conjugação de características muito peculiares, relacionadas, sobretudo, com as características climáticas, a longa e intensa presença humana e as suas influências no regime do fogo, que tornam os ecossistemas do Mediterrâneo diferentes dos do resto do Mundo (PAUSAS e VALLEJO, 1999).

De acordo com VÉLEZ (1982) “ [...] o fogo não é um recém-chegado à Região Mediterrânea. É-lhe tão familiar e comum que se tornou num dos componentes principais dos ecossistemas mediterrâneos”.

A primeira evidência das mudanças induzidas pelo ser humano na paisagem mediterrânea, através do uso do fogo, remonta ao Neolítico (NAVEH, 1975). Desde então, a Bacia do Mediterrâneo tem presenciado a evolução de muitas culturas, algumas com elevadas densidades populacionais, e, na sua maioria, utilizando o fogo como uma ferramenta para controlar e alterar o uso dos espaços de uma forma mais intensa do que noutras regiões mediterrâneas (WAINWRIGHT, 1994; GROVE, 1996; MARGARIS *et al.*, 1996; GOLDAMMER *et al.*, 2007).

## 2. Incêndios florestais em Portugal Continental no passado

No território que hoje corresponde a Portugal, parece indiscutível a estreita relação do ser humano com a cobertura vegetal que encontrou, a qual foi transformando, sobretudo através de incêndios (queimadas), em função das suas necessidades (CORDEIRO, 1990). Uma forma de acedermos a esta transformação por ação do Homem é através das análises palinológicas<sup>1</sup>.

Os primeiros estudos palinológicos com o objetivo específico de reconstituir a história recente da atual cobertura vegetal em Portugal são relativamente recentes e dizem respeito às sondagens implantadas nas montanhas mais altas. É o caso das pesquisas de M. DENÈFLE e G. COUDÉ-GAUSSEN, nas serras da Peneda e do Gerês (1980 e 1981), e as de C. R. JANSSEN, na serra da Estrela (1981 e 1986). Estes estudos parecem mostrar que durante a última fase do atlântico, e sem que seja possível datar com precisão o começo do fenómeno, a proporção de urzes (*Ericaceae*) foi aumentando progressivamente e a presença de vários tipos de cereais tornou-se constante, enquanto aumentavam igualmente os indicadores de áreas desarborizadas. Estes indícios, ainda que discretos, sugeriam o impacte crescente do homem sobre a vegetação através das queimadas (DEVY-VARETA, 1986).

Com base nos dados disponíveis, S. DAVEAU (1988) refere a presença do fogo por volta de 4 300 anos a.C., no cume da serra da Estrela, o qual deu origem a um tipo de mato de urzes que veio substituir a floresta, que sucumbiu aos incêndios florestais de então, enquanto nas vertentes inferiores persistia a floresta de carvalhos.

De acordo com N. DEVY-VARETA (1993), as sondagens da mesma serra mostram ainda níveis de cinzas, que testemunham incêndios de grandes proporções, no terceiro milénio (cerca de

---

<sup>1</sup> Etimologicamente, a palinologia refere-se ao estudo da dispersão das partículas finas, principalmente dos pólenes e esporos. A análise palinológica apoia-se, para a reconstituição das populações esporo-pólicas fósseis, no estudo das sequências estratigráficas, obtidas por sondagens nos ambientes que permitiram a preservação da microflora, ou seja, principalmente nas formações turfosas e lacustres, onde os pólenes se encontram rapidamente sedimentados em ambiente anaeróbio, escapando à destruição pela oxidação (DAVEAU, 1988).

3000-2000 a.C.), que corresponde ao Neolítico final e Calcolítico, período em que, no território de Portugal se processam a “consolidação do sistema agro-pastoril”, a ocupação de novos territórios e a sedentarização das comunidades, numa grande variedade regional dos sistemas culturais e sociais.

No entanto, as primeiras referências escritas conhecidas de incêndios florestais no nosso país remontam, pelo menos, aos fins do século XII, e os seus nefastos efeitos operaram uma modificação quase integral na cobertura vegetal de Portugal, e o consequente assoreamento de uma grande parte dos nossos rios.

São conhecidos os problemas de erosão na bacia do Mondego (FERNANDES MARTINS, 1940) e da consequente intervenção Real em 1464, através da Carta Régia de D. Afonso V, onde o monarca ordenou: “ (...) *a requerimento da cidade e para evitar a continuação dos grandes danos provocados pelo assoreamento do Mondego, se proibiu que de Coimbra a Seia se pusessem fogos até uma légua das margens do Mondego (...)*”.

O século XIX foi um período de importantes transformações do espaço agrícola e florestal, que se prenderam com as novas condições económicas instauradas após as guerras liberais e o desmantelamento de estruturas sociopolíticas do Antigo Regime (DEVY-VARETA, 1989), e o incremento da importância dos incêndios florestais.

De acordo com FERNANDES (2011) e SORIANO (1871), as próprias invasões francesas, terão contribuído para a ocorrência de incêndios na região do Pinhal de Leiria e da Mata do Bussaco (fig. 1), “*A 5 de Março de 1811, as tropas francesas, já espalhadas pela região centro do país, iniciaram os movimentos de recuo, desencadeando, nos locais por onde passavam, todo o tipo de ações violentas e represálias que culminavam invariavelmente com incêndios [...] incêndios, inundícies e desolação de toda a espécie, era o que nela se via [...]*”, escreveu SORIANO (1871) (cit in Fernandes, 2011).

Novamente no Pinhal de Leiria, terão lavrado diversos fogos em 1824 (SILVA E BATALHA, 1859), um dos quais terá queimado cerca de 4 000 a 5 000 hectares, conforme relatado MAGALHÃES (1875) e ARALA PINTO (1939); em 1825, Friderico Varnhagen, o primeiro Administrador Geral das Matas do Reino, estipula o regulamento para evitar a progressão do fogo no caso de chegar ao “*Real Pinhal*” e meios de o atalhar, e quatro anos depois, em 1829, Varnhagen decreta disposições para evitar o perigo de incêndio no “*Real Pinhal*”; em 1875, um incêndio de cerca de 300 hectares volta a afetar o Pinhal de Leiria, relatado por João Maria de Magalhães em carta dirigida ao Conselheiro Administrador geral das Matas do Reino.



Figura 1 – Gravuras representativas ( a - da Batalha na região de Leiria, em Março de 1811  
b - da Batalha do Buçaco, em 27 de Setembro de 1810).

Fontes: (a)cm-leiria.pt, (b) cm-tvedras.pt

Em 1876, no jornal de Horticultura Prática, SOUSA PIMENTEL inicia o seu artigo, “*Os incêndios nas florestas*”, afirmando que “*De todos os flagelos que podem atacar o arvoredo durante a sua longa existência é o incendio o destruidor mais enérgico, o que em um relance aniquila florestas inteiras [...]*”.

Em 1884 é mencionado por NAVARRO, na sua obra Quatro Dias na Serra da Estrela, um incêndio na Matta do Bussaco que terá ocorrido em 1882 ou 1883 (?).

Embora em Portugal não sejam conhecidos muitos documentos escritos relativos a incêndios florestais anteriores ao séc. XX, tal como acontece, de uma maneira geral, no resto do mundo, com exceção dos recentes trabalhos de Molina, para o caso espanhol (2013), tentamos obter, através de uma pesquisa de relatos de ocorrências de incêndios florestais históricos.

Apesar destes relatos, até à década de 70 do século passado, os incêndios não eram um problema-chave para a floresta portuguesa. Com efeito, a partir dessa data, verificou-se um aumento da acumulação de combustível nas florestas, devido à redução do pastoreio e à falta da roça de matos para a cama dos gados, provocado pelo já referido êxodo rural iniciado por volta dos anos 50, que refletia de perto as mudanças socioeconómicas então em curso nos países do sul da Europa, em particular nas regiões do Mediterrâneo (Lourenço, 1991; Vélez, 1993; Moreno et al., 1998; Rego, 2001).

Estas mudanças no uso tradicional da terra e estilo de vida das populações implicaram o aumento de grandes áreas abandonadas de anteriores terras agrícolas, o que, por um lado, levou à recuperação da vegetação e ao aumento do combustível acumulado nos espaços florestais tradicionais (Lourenço, 1991; Rego, 1992; García-Ruiz et al., 1996; Roxo et al., 1996) e, por outra parte, conduziu, naturalmente, ao aumento dos espaços com uso florestal. Muitas destas áreas rurais tornaram-se paisagens propensas à ocorrência de incêndios de grande intensidade,

devido aos elevados quantitativos de biomassa acumulados ao longo dos anos e prontos para alimentar fogos catastróficos durante o Verão.

Assim, apesar de se terem começado a “vulgarizar” em Portugal os incêndios florestais de maiores dimensões, até à década de 80 do século passado, nunca atingiram 10 000 ha de área ardida numa só ocorrência. O primeiro destes ocorreu no ano de 1986, nos concelhos de Vila de Rei e Ferreira do Zêzere (Lourenço, 1986) e, o segundo, no ano seguinte de 1987, tendo afetado os concelhos de Arganil, Oliveira do Hospital e Pampilhosa da Serra (Lourenço, 1988). A partir destas datas podemos dizer que se deu início a uma nova realidade no que respeita aos grandes incêndios (Ferreira-Leite et al., 2011/2012).

### **3. Os incêndios históricos em Portugal Continental, no século XX (1927-1938), noticiados no Jornal 'O Século'**

Por forma a tentar reconstituir a história dendrocaustológica de Portugal no século XX, procedeu-se a uma exaustiva pesquisa bibliográfica e documental a qual demonstrou que muito havia a investigar, pois, para além alguns grandes incêndios ocorridos em locais especiais e de grande visibilidade (ex: Pinhal do Rei) ou dos ocorridos nos perímetros florestais, pouco ou nada havia documentado sobre a ocorrência, dimensão e consequência dos incêndios.

Assim, procuraram-se novas fontes de informação, diversificadas, pelo que se procedeu à consulta de documentos em diversos organismos oficiais, a entrevistas a antigos mestres florestais, a consulta de jornais diários antigos, entre muitas outras.

Neste trabalho apresenta-se uma primeira abordagem a parte (1927 até 1938) da pesquisa feita no Jornal "O Século", jornal diário matutino de Lisboa, publicado entre 8 de Junho de 1880 e 12 de Fevereiro de 1977, data em que foi suspenso.

As notícias dos jornais sobre incêndios florestais, na primeira metade do século XX, raramente eram exaustivas e/ou rigorosas nos pormenores da ocorrência (data, dimensão, local, prejuízos, ...), exceto nos de maior impacto social e/ou económico e pecam sempre por defeito, pois não noticiam a totalidade das referidas ocorrências. No entanto, apesar do que aqui relatamos não serem registos de incêndios, mas apenas notícias da ocorrência de incêndios (sempre dependentes de critérios editoriais e da evolução temporal e espacial que a cobertura jornalística foi tendo no século XX, bem como das fontes que enviavam a notícia para o jornal), são das poucas fontes que nos permitem reconstituir parte da história dendrocaustológica Portuguesa do Século XX e permitem identificar alguns dos muitos GIF que sempre ocorreram no território nacional, permitindo ter uma visão diferente da que até hoje se tem.

Com efeito, as notícias, conjugadas com as restantes fontes, parecem apontar para uma realidade com muito mais ocorrências de incêndios e com incêndios de grande dimensão, que até agora eram desconhecidos da comunidade científica.

Convém ainda referir que as notícias dos incêndios, de uma maneira geral, chegavam ao jornal alguns dias depois da sua ocorrência e que, numa fase inicial, apenas os mais dramáticos eram noticiados, uma vez que o telegrafo (principal meio de comunicação das notícias para a redação do jornal) não cobria a totalidade do país.

A consulta efetuada ao jornal "O Século" foi dividida em fases, sendo que a primeira fase pretendia estudar o período anterior ao Plano de Povoamento Florestal, iniciado em 1938 e posterior à instauração do Regime Florestal (1901).

Este período, de 1901 a 1938, foi igualmente subdividido, tendo nós optado por 2 subperíodos, o primeiro que vai desde a instauração do Regime Florestal (1901) até ao fim da Primeira República Portuguesa (1926) e o segundo, desde a declaração oficial das florestas como recurso económico nacional (1927), quando, na realidade o Estado redirecionou a sua ação para o aproveitamento agrícola dos incultos, em detrimento do uso florestal do solo, até à aprovação da Lei do Povoamento Florestal (1938), ponto de viragem da política de arborização do Estado Português.

Em 1935 a realidade florestal nacional era diferente da atual, quer em termos de área ocupada, quer em termos das espécies existentes. Nesse âmbito, surge nesse ano o mapa à escala 1/500 000 com o Reconhecimento Florestal (Norte do Tejo), da responsabilidade do Ministério da Agricultura (fig. 2) que mostra uma distribuição distrital da floresta bem diferente da atual, onde podemos destacar a reduzida mancha florestal nos distritos de Braga, Porto, Guarda e Castelo Branco.

É neste contexto histórico-geográfico que apresentamos esta primeira abordagem às notícias de incêndios florestais no segundo subperíodo, anteriormente referido, de 1927 a 1938.

Neste período foram noticiados no jornal "O Século" 272 ocorrências de incêndios florestais, destacando-se os anos 1933 e de 1938 com 80 e com 49 dessas ocorrências, respetivamente. No extremo oposto, salientam-se os anos de 1932 e de 1927 sem ocorrências noticiadas, no primeiro, e com apenas duas no segundo (Tabela 1).

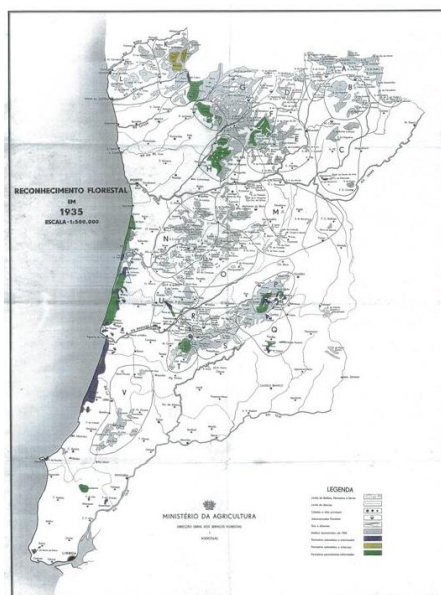


Figura 2 – Reconhecimento Florestal (1935)  
Fonte: Bento-Gonçalves (2011)

Tabela 1 – Número de notícias de ocorrências de incêndios florestais, por distrito, entre 1927 e 1938, em Portugal Continental

Ano	AVR	BJA	BRA	BGC	CTB	CBR	EVR	FAR	GRD	LRA	LSB	PRT	PTG	STR	STB	VCT	VRL	VIS	Total
1927										1	1								2
1928		1			2					4				1	1				9
1929	4				2	3			1		9	2	2					6	29
1930						1			1	2	3		1	1				2	11
1931	1				1	4		1	3	3	1			1			1	3	19
1932																			0
1933	12		2	1	2	12			6	3		2	3	3	1	8	6	19	80
1934	1		1	1	2	1			2	2		1		4	1	2		3	21
1935					4	1			1		1			1	1	1			10
1936		1	1	2	2	1	1					1		2		2			13
1937	2		2		1	1			1	1	1	2		2		9	2	6	30
1938	9		5		4	6			5	2	2	2		3		6	1	3	48
Total	29	2	11	4	20	30	1	1	20	18	18	10	6	18	4	28	10	42	272

Fonte: Jornal O Século

Legenda:

AVR - Aveiro, BJA - Beja, BRA - Braga; BGC - Bragança; CTB - Castelo Branco;

CBR - Coimbra, EVR - Évora, FAR - Faro, GRD - Guarda; LRA - Leiria; LSB - Lisboa, PRT - Porto;

PTG - Portalegre; STR - Santarém; STB - Setúbal; VCT - Viana do Castelo, VRL - Vila Real; VIS - Viseu

Outro aspeto relevante é a repartição geográfica (distrital) e, neste período, destaca-se o distrito de Viseu com 42 notícias, seguindo-se-lhe os distritos de Coimbra, Aveiro e Viana do Castelo,



com 30, 29 e 28 notícias, respetivamente, o que, numa análise muito superficial, faz corresponder o maior número de ocorrências aos distritos mais florestados (fig. 3).

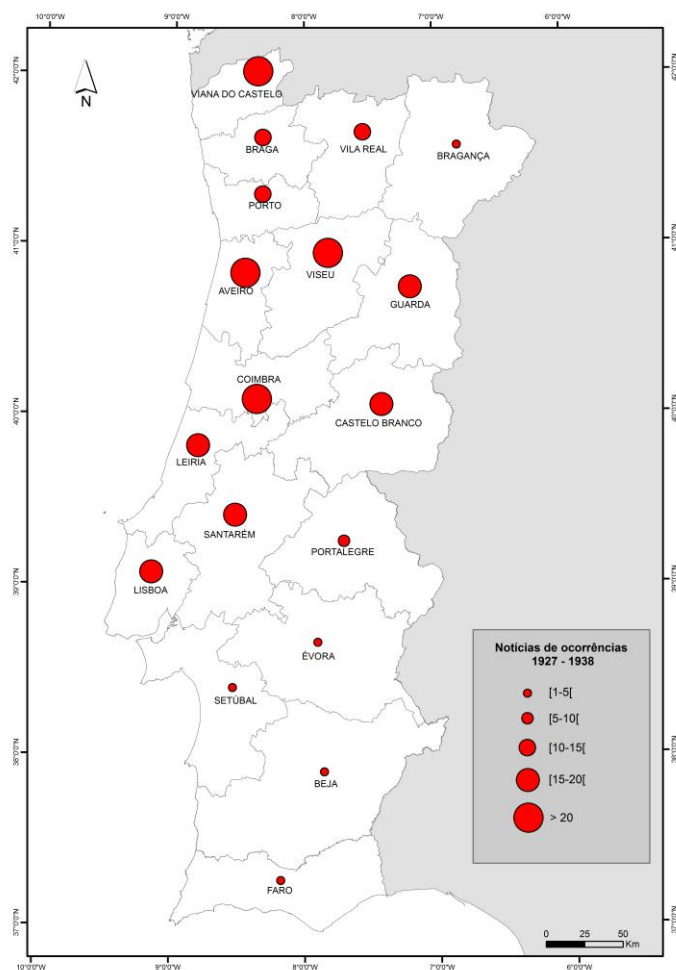


Figura 3 – Número de notícias de ocorrência de incêndios florestais, por distrito (1927-1938)  
Fonte: Jornal "O Século"

Assim, neste contexto, deixamos aqui, a título de exemplo algumas das notícias de ocorrência de incêndio florestal, do período em análise, que exemplificam o que anteriormente foi referido quanto à falta de rigor ou mesmo falta de informações precisas.

***Povoações ameaçadas (O Século, 6 de Setembro de 1928)***

*Mina de S. Domingos (3) - Esta tarde, os sinos da igreja deram sinal de fogo. Imediatamente, muitos populares se aprestaram para o combate às chamas, que lavravam no sitio de Paiás, na serra de Mértola.*

*O incêndio lavra numa superfície de alguns hectares, devorando matas e ameaçando povoados. Valeu o ser o ponto onde o fogo se manifestou cortado de*

*estradas, as quais muito atenuaram o ímpeto das labaredas e facilitaram o trabalho do povo.*

***Um grande fogo que durou 9 horas, alastrou-se na extensão de muitos hectares*** (O Século, 28 de Agosto de 1929)

*Buçaco (26) - Cerca das 21 horas de ontem, próximo das povoações do Salgueiral e Monte-Novo, da freguesia de Luso, um violentíssimo incêndio alastrou-se por matos e pinhais, na extensão de muitos hectares.*

*O fogo, que só hoje, às 6 horas, foi extinto, causou avultados prejuízos. Ignoram-se as causas do sinistro.*

***Uma grande extensão de mato a arder*** (O Século, 28 de Agosto de 1931)

*Barco (Beira Baixa) (24) - Há dois dias que lavra, com certa intensidade, um incêndio no extenso mato do Cabeço Negro, tendo tomado, hoje, grandes proporções, em consequências do forte vento que soprou á tarde.*

*Na área abrangida pelo mato, covil de lobos e raposas, algumas das feras deverão ter morrido, atendendo a que o fogo rodeia toda a base norte e, também, ao que parece, a parte sul.*

*O incêndio tem sido observado dos pontos altos, por numerosos populares.*

(O Século, 7 de Agosto de 1933)

*Pinho (Boticas) (4) - Há já três dias, lavra um violento incêndio em baldios e montes desta região. O fogo atingiu, até agora, os montes dos sítios das Serras, Carga e Sêca, Tronçóis da Ribeira, e baldios de Lombas e Calhau das Maçarocas, destruindo-os.*

*Os prejuízos são avaliados em dezenas de milhar de escudos. O fogo, que não tem cedido a tentativas feitas pelos populares para o apagarem, está agora quase extinto.*

***Fogo posto em matos*** (O Século, 20 de Junho de 1934)

*Vila Chã (Fornos de Algodres) (18) - Criminosos ainda desconhecidos lançaram fogo a uma grande parte dos matos desta freguesia. Ardeu uma quantidade de pinheiros, avaliados nalguns milhares de escudos. Há quatro dias que as chamas alastram. O povo tem extinguido, por vezes, o fogo, que, horas depois, irrompe novamente.*

***Na Serra da Carregueira um incêndio devorou mato e pinhais numa área de dezoito quilómetros*** (O Século, 13 de Setembro de 1937)

*Ontem, de manhã, os habitantes das povoações que circundam a Serra da Carregueira, foram alarmados por um violento incêndio nos pinhais e mato que ocupavam uma área de dezoito quilómetros.*

*Dado o alarme, compareceram os bombeiros voluntários de Belas, que pediram auxílio a outras corporações. Chegaram pouco depois os bombeiros de Agualva, Queluz e Amadora.*

*Após porfiados esforços o incêndio, que teve início, segundo a opinião de algumas pessoas, no casal de Bronco, foi localizado às 18 horas.*

*Durante os trabalhos feriram-se alguns bombeiros, que receberam tratamento nas ambulâncias.*

*Os pinhais incendiados pertencem a diversos proprietários das imediações da Serra da Carregueira.*

*Presume-se que o sinistro não tenha sido casual e, por isso, as autoridades vão investigar.*

***Pinhais a arder*** (O Século, 15 de Setembro de 1939)

*Ervedal da Beira (13) - Há dias que nos pinhais do Vale da Lôba, sobranceiros ao rio Seia, lavra, com grande intensidade, um incêndio, sendo impotentes os esforços empregues para o extinguir. Os prejuízos são avultados.*

Numa primeira abordagem pode perceber-se a dificuldade de datar e localizar com precisão alguns dos incêndios, a total ausência de cartografia e a rara existência de fotografias. Embora a área florestal fosse inferior à atual, a par dos muitos incêndios em mato, verificam-se incêndios em povoamentos florestais e em particular em pinhais, chagando muitas vezes os incêndios a ameaçar povoações e a colocar pessoas e bens em risco. Também é de destacar a existência de Grandes Incêndios Florestais, os quais chegavam a lavrar durante vários dias. Uma última constatação é a da existência de fortes suspeições quanto à origem criminosa de alguns dos incêndios.

#### **4. Notas finais**

Uma das principais dificuldades no estudo dos incêndios florestais históricos é a falta de informação sistematizada e credível/rigorosa.

Nesse contexto, tentou estudar-se a realidade dendrocaustológica portuguesa no século XX, tendo-se recorrido a variadas e múltiplas fontes, das quais se destacam as notícias recolhidas em jornais diários.

Com este pequeno trabalho apenas se pretendeu dar nota, depois de se apresentar de forma genérica o conhecimento atual da ocorrência de Grandes Incêndios Florestais no passado em Portugal, de algumas das dificuldades que existem no recurso à leitura de notícias de jornais da primeira metade do século XX, mas destacando serem das poucas fontes que nos permitem reconstituir a realidade dos incêndios no passado e que, tudo parece apontar para que os incêndios florestais e os Grandes Incêndios Florestais, fossem mais frequentes do que aquilo que a comunidade científica sabe na atualidade.

## 5. Bibliografia

- Bento-Gonçalves, A. (2011). *Geografia dos Incêndios em Espaços Silvestres de Montanha – caso da serra da Cabreira*. Lisboa. FCG/FCT, Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas. 545 p.
- Coudé-Gaussen, G. (1981). *Les Serras da Peneda et do Gerês. Étude Géomorphologique*, Memórias do Centro de Estudos Geográficos, 5, Lisboa, 254 p.
- Daveau, S. (1988). Progressos recentes no conhecimento da evolução holocénica da cobertura vegetal em Portugal e nas regiões vizinhas. *Finisterra*, vol. XXIII, 45 (pp. 101-115).
- Devy-Vareta, N. (1986). Para uma geografia histórica da floresta portuguesa - Do declínio das matas medievais à política florestal do renascimento (Secs. XV e XVI). *Revista da Faculdade de Letras do Porto - Geografia*, ser. I, vol. I (pp. 5-37). Porto
- Devy-Vareta, N. (1989). Os serviços florestais no século XIX: os homens e as ideias. *Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia*, vol. 24, n. 47 (pp. 105-116). Lisboa, Centros de Estudos Geográficos.
- Devy-Vareta, N. (1993). *A floresta no espaço e no tempo em Portugal - A arborização da serra da Cabreira (1919-1975)*. Tese de Doutoramento, FLUP, Porto.
- Doerr, S. H., Santín, C. (2016). Global trends in wildfire and its impacts: perceptions versus realities in a changing world. *Phil. Trans. R. Soc. B* 371: 20150345.
- Fernandes, C. (2011). *Invasões Francesas, Leiria 5 de Março de 1811/O Incêndio da cidade – 200 anos*. Tempos & Vidas, 13, Leiria (Portugal):Textiversos, 2011.
- Ferreira-Leite, F., Bento Gonçalves, Luiciano Lourenço (2011/2012). Grandes incêndios florestais em Portugal Continental. Da história recente à atualidade. *Cadernos de Geografia nº 30/31* (pp. 81-86). Coimbra, FLUC.
- García-Ruiz, J., Lasanta, T., Ruiz-Flaño, P., Ortigosa, L., White, S., González, C. e Martí, C. (1996). Land-use changes and sustainable development in mountain areas: A case study in the Spanish Pyrenees. *Landscape Ecology*, vol.5/nº11 (pp. 267–277).
- Goldammer J. et al. (2007). The Eurasian Fire in Nature Conservation Network (EFNCN): Advances in the use of prescribed fire in nature conservation, landscape management in temperate-boreal Europe and adjoining countries in Southeast Europe, Caucasus, Central Asia and Northeast Asia. In 4th Internacional *Wildland Fire Conference* (pp. 13-17). Seville, Spain.
- Grove, A. T. (1996). The historical context: Before 1850. In Brandt, C.J., Thornes, J. (eds.), *Mediterranean desertification and land use* (pp. 13-28). J. Wiley & Sons.
- Janssen, C.R. & Woldringh, R.E. (1981). A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the Serra da Estrela, Portugal. *Finisterra* 16 (32): 299-309.

- Lourenço, L. (1988). Tipos de tempo correspondentes aos grandes incêndios florestais ocorridos em 1986 no Centro de Portugal. *Finisterra*, vol. XXIII, nº 46 (pp. 251-270). Lisboa.
- Lourenço, L. (1986). Consequências geográficas dos incêndios florestais nas serras de xisto do centro do país. *Actas IV Colóquio Ibérico de Geografia* (pp. 943-957), Coimbra.
- Lourenço, L. (1991). Aspectos sócio-económicos dos incêndios florestais em Portugal. *Biblos*, LXVII (pp. 373- 385), Coimbra.
- Margaris, N. S., Koutsidou, E., Giourga, Ch. (1996). Changes in traditional Mediterranean landuse systems. In Brandt, C.J., Thornes, J. (eds.), *Mediterranean desertification and land use* (pp.29-42). J. Wiley & Sons.
- Martins, A. F. (1940). *O Esforço do Homem na Bacia do Mondego*. Coimbra, 299 p.
- Moreno, J. M., Vázquez, A. e Vélez, R. (1998). Recent history of forest fires in Spain. In Moreno, J. M. (Ed.) *Large Forest Fires* (pp. 159-185), Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Navarro, E. (1884) *Quatro dias na serra da Estrela: notas de um passeio*. Edição da Costa Santos, 194 p.
- Naveh, Z. (1975). The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetatio* 29: 199-208.
- Pausas, J.G., Vallejo, V.R. (1999). The role of fire in European Mediterranean ecosystems. In Chuvieco, E. (ed.), *Remote sensing of large wildfires in the European Mediterranean basin* (pp. 3-16). Springer, Berlin.
- Pinto, A. (1939). *O Pinhal do Rei. Subsídios*. Publicado por A. Arala Pinto, Alcobaça
- Rego, F. C., (2001). *Florestas públicas*. Direcção Geral das Florestas e Comissão Nacional Especializada de Fogos Florestais, Lisboa.
- Roxo, M. J., Cortesão Casimiro, P. e Soeiro de Brito, R. (1996). Inner Lower Alentejo field site: Cereal cropping, soil degradation and desertification. In Brandt, J. e Thornes, J. (eds.), *Mediterranean Desertification and Land Use* (pp. 111-135). J. Willey and Sons.
- Silva, F. M. P. e Batalha, M. B. O. (1859). *Memória sobre o Pinhal Nacional de Leiria. Suas madeiras e productos resinosos*. Associação Marítima e Colonial. Imprensa Nacional, Lisboa.
- Sousa Pimentel (1986). *Jornal de Horticultura Practica*, vol. VII (1876) Porto.
- Vélez, R. (1982). Fire and fuel management ecosystems in Spain. Gen. Tech. Rep. PSW-58. In Conrad, C.E., Oechel, W. C. (eds.), *Proceedings of the Symposium on Dynamics and Management of Mediterranean-type Ecosystems* (pp. 458-463). Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experience Station, Berkeley, C.A.
- Vélez, R. (1993). High Intensity Forest Fires in the Mediterranean Basin: Natural and Socioeconomic Causes. *Disaster Manage*, nº 5, (pp. 16-20).
- Wainwright, J. (1994). Anthropogenic factors in the degradation of semi-arid lands: a prehistoric case study in Southern France. In Millington AC, Pye K (eds.), *Environmental changes in drylands: biogeographical and geomorphological perspectives* (pp. 427-441). J. Wiley & Sons, London.

# A INFLUÊNCIA DOS CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS NO CONTROLE DA INFESTAÇÃO DO *Aedes Aegypti* NO BAIRRO CIDADE NOVA EM ARACAJU, SERGIPE, BRASIL

F. R. S. Feitosa<sup>(a)</sup>, I. S. Sobral<sup>(b)</sup>, M. S. F. Silva<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
flaviareginasf@gmail.com

<sup>(b)</sup> PRODEMA/Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
ivanasobral@hotmail.com

<sup>(c)</sup> PRODEMA, DGE/Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
ms.ferreira.s@hotmail.com

## Resumo

Esse trabalho analisa a correlação entre os fatores socioambientais com o Índice de Infestação Predial (IIP) do mosquito *Aedes aegypti* no bairro Cidade Nova, Aracaju, que apresentou (2014) maior IIP do mosquito da dengue. A pesquisa foi realizada através de pesquisa bibliográfica e de campo (entrevistas e oficinas) direcionadas aos Agentes de Endemias e aos moradores. As deficiências no saneamento básico contribuem para armazenamento de água nos domicílios e disposição de resíduos em terrenos baldios resultando no acúmulo de água. Essas ações associadas às mudanças ambientais são determinantes para a proliferação do vetor. Em 2014, o período de intensificação das chuvas apresentou o maior IIP. Há necessidade de rever o uso do controle químico devido aos prejuízos ao ambiente e a saúde coletiva. As políticas públicas precisam incluir ações efetivas na prevenção e controle do *Aedes aegypti* associadas as campanhas educativas para a sensibilização e conscientização da comunidade.

**Palavras-chave:** Dengue. Saneamento básico. Água. Políticas públicas. Educação Ambiental.

## 1. Introdução

A dengue é uma doença transmitida pelos mosquitos *Aedes aegypti* (LINNAEUS, 1762) e *Aedes albopictus* (SKUSE, 1894). Na América sua ocorrência está associada, principalmente ao *Aedes aegypti* que apresenta boa adaptação aos ambientes urbanos (TEIXEIRA et al., 1999). O mosquito é bastante adaptado ao ambiente doméstico e peridomiciliar, pois ali encontram habitats propícios para a sua reprodução e disseminação, utilizando-se de recipientes que armazenam água potável ou materiais descartáveis que acumulam água da chuva, geralmente encontrados nos terrenos baldios e logradouros (SILVA; NOBREGA, 2012).

A partir de 2014, o *Aedes aegypti* foi considerado como vetor responsável pela disseminação de mais duas outras doenças no território, a Febre Chikungunya (CHIKV) e o Zika (ZIKV). A primeira provoca fortes dores articulares e traz lesões incapacitantes para a população. E o Zika vírus pode ocasionar complicações neurológicas, estando associado ao aumento dos casos microcefalia em recém-nascidos, o que torna o controle desse mosquito cada vez mais uma prioridade das políticas públicas na atualidade (CHAVES et al., 2015).

Além disso, a dinâmica de proliferação desse vetor é altamente influenciada pelos condicionantes ambientais, a exemplo da alta densidade demográfica, com consequente ocupação desordenada de solo e das precárias infraestruturas das cidades, que apresentam deficiências no sistema de saneamento básico - abastecimento de água, coleta regular e destinação de resíduos sólidos (BRASIL, 2008).

Percebe-se assim, a complexidade desse problema de saúde pública, pois a propagação do *Aedes aegypti* possui uma estreita relação com a produção desigual dos espaços urbanos, uma vez que a precária infraestrutura das cidades, com deficitário sistema de abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos contribui para o aumento do número de criadouros do mosquito da dengue. Desse modo, há maior probabilidade de predisposição de circulação de diferentes sorotipos do *Aedes aegypti*, aumentando as chances de aparecimento da forma mais agressiva da doença.

Nesse sentido, Ximenes et al. (2013, p. 28) acrescentam que além da intermitência no abastecimento de água potável levar ao armazenamento desse recurso em recipientes que servem de criadouros do mosquito, a “ausência de redes coletoras de esgotos, a falta de manutenção de drenagem de águas pluviais, assim como o acondicionamento inadequado dos resíduos sólidos domiciliares em terrenos baldios, também contribuem para o surgimento de potenciais *habitats* do *Aedes aegypti*”.

Assim, Vilani et al. (2014) asseveram que a dengue é uma doença multifatorial e permanece em ciclos epidêmicos em virtude de haver vários condicionantes propícios a sua disseminação, tais como: déficit no saneamento básico, ineficiência na rede de abastecimento hídrico, fatores climáticos, educacionais, etc.

Desta forma, o modo como o ser humano tem se apropriado do espaço urbano tem possibilitado o crescimento do Índice de Infestação Predial (IIP) pelo *Aedes aegypti* que no município de Aracaju era de 1,28 em 2013, passando para 2,27 em 2014 (ARACAJU, 2013; ARACAJU, 2014). E em alguns bairros da capital, como o Cidade Nova (IIP = 3,53), esse índice foi muito acima do aceitável, tornando perceptível a vulnerabilidade socioambiental da localidade.

Assim, a pesquisa foi realizada no bairro Cidade Novo selecionado por apresentar o maior Índice de Infestação Predial (IIP) do mosquito da dengue, em 2014. Este índice foi oriundo do Levantamento Rápido por Infestação do Índice de *Aedes Aegypti* (LIRAA), aferido pela Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju/SE.

O bairro Cidade Nova, situado na 7ª Região de Saúde, zona norte de Aracaju, limita-se ao norte com o bairro Lamarão, a nordeste com o Japaozinho, a leste com o Santo Antônio, a sudeste com o bairro Palestina e ao sul com o Santos Dumont e 18 do Forte. Com 21.220 habitantes (ARACAJU, 2010), este bairro apresenta uma ocupação desordenada e localiza-se em uma das zonas de relevo mais acidentado da Capital, notando-se uma falta de planejamento territorial,

onde se verifica a construção de condomínios ao lado de casas mais antigas, amontoados em ruas estreitas e de infraestruturas.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo analisar a correlação existente entre os fatores socioambientais com o Índice de Infestação Predial (IIP) do mosquito *Aedes aegypti* no bairro Cidade Nova em Aracaju.

## 2. Materiais e métodos

A coleta de dados foi obtida por meio de pesquisa bibliográfica, documental e de campo. Na pesquisa de campo foram aplicadas oficinas (Diagnóstico Rápido Participativo – DRP Árvore de Problemas) direcionadas aos seis Agentes de Combate a Endemias do bairro, entrevistas a partir de roteiro semiestruturado e observação sistematizada em terrenos baldios.

As oficinas participativas embasaram em Verdejo (2006) e almejaram a enumeração pelos ACEs dos fatores ambientais, institucionais e sociais que, a partir de suas percepções e vivências, possuem relação direta com a infestação do mosquito *Aedes aegypti*.

O DRP “Árvore de Problemas” teve como finalidade analisar as causas dos altos IIP no bairro e coletivamente pensar estratégias de melhoria da realidade. Deste modo, os ACEs foram orientados a colar tarjetas nas raízes da árvore com as principais causas da infestação pelo vetor da dengue. O tronco representou a problemática, o Índice de Infestação Predial pelo *Aedes aegypti* no bairro Cidade Nova. E, a copa da árvore expressou as consequências da ausência de controle desses índices. Ao final, os resultados foram discutidos e os ACEs propuseram estratégias para dar resolutividade às questões apontadas.

Foram aplicadas entrevistas semiestruturadas, através de 100 amostras domiciliares, com os moradores a fim de que estes pontuassem, na sua percepção, as principais causas de índices de infestação tão expressivos nessa localidade.

A amostra dos moradores do bairro Cidade Nova foi definida pelo critério aleatório do tipo estratificado. E, a partir dos estratos selecionados (bairros de acordo com o LIRAA), o número de entrevistados foi aleatoriamente definido, sendo que para o cálculo foi considerado o número total de residências (8.374 imóveis), nível de confiança de 95% e erro amostral de 10% (BARBETTA, 1999).

A seleção dos moradores foi realizada a partir dos seguintes critérios de inclusão dos entrevistados: abordar apenas um morador por residência, ter mais de 18 anos e aceitar participar do estudo, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido oferecido – TCLE.



A integridade dos Agentes de Combate a Endemias foi resguardada e manteve-se o anonimato destes técnicos, de maneira que foi utilizada a sigla ACE para identificar os entrevistados, seguidos dos códigos de 01 a 06 para a enumeração das entrevistas.

Por fim, ressalta-se que a coleta dos dados só foi realizada após a aprovação do estudo no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe através da Plataforma Brasil, Parecer nº 1.110.472 de 08/05/2015, de acordo com a Resolução 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde.

Para organização e posterior análise, as entrevistas com os ACEs e DRP foram agrupados em categorias de respostas, sistematizadas em gráficos, quadros e tabelas e discutidas no texto com o objetivo de identificar os condicionantes socioambientais que influenciam na dinâmica de disseminação do *Aedes aegypti* no bairro Cidade Nova.

### **3. Resultados e discussões**

O Bairro Cidade Nova, de 2010-2014, vem apresentando oscilação entre os índices de infestação, mas sempre sendo classificado entre o risco moderado ou alto para a ocorrência da doença (IIP>1). Em 2014, a infestação predial sofreu um expressivo aumento em relação ao ano anterior, passando de 2,08 para 3,53 (ARACAJU, 2015).

Os ACEs apontaram como principais fatores que interferem no alto índice de infestação desse bairro, a deficiência no abastecimento de água, a falta de consciência da população, a grande quantidade de terrenos baldios sem limpeza frequente e as chuvas no verão. E por fim, concluíram que a principal dificuldade na realização do controle dos IIP é a sensibilização e mobilização da comunidade para a necessidade de adoção de hábitos mais sustentáveis, a exemplo da geração de menos resíduos sólidos e a limpeza frequente do ambiente doméstico e peridomiciliar, evitando assim que surjam potenciais criadouros do vetor.

Já os moradores, ao serem indagados sobre os principais condicionantes socioambientais que interferem no IIP neste bairro, apontaram: a falta d'água, a precária limpeza dos terrenos baldios, a ausência de visitas dos ACEs, a precária quantidade e qualidade de ações de Educação Ambiental e a falta de cuidado da população com a limpeza de suas casas.

Em relação ao acesso à água pela rede de abastecimento público percebeu-se que Aracaju, assim como bairro estudo possui uma cobertura de mais de 90% de abastecimento público de água, no entanto, a interrupção desse serviço é frequente, fazendo com que a população utilize fontes alternativas de suprimento de água, ou faça uso da estocagem desse recurso para ser utilizado na época de desabastecimento.

Assim, embora as redes de abastecimento de água tenham crescido em cobertura domiciliar, estas não vieram acompanhadas de garantia de qualidade (água tratada) ou de continuidade no fornecimento, principalmente, nas periferias das cidades, onde o racionamento deste serviço é frequente.

Nesse sentido, “a qualidade dos serviços de abastecimento de água é um ponto crítico para a proliferação do *Aedes aegypti*” (BARCELLOS et al., 2005, p.249), pois a interrupção hídrica obriga os moradores a estocar água e estes os fazem muitas vezes de modo inadequado.

No trabalho de campo, observou-se que 57 % da população do bairro Cidade Nova possui água encanada com regularidade, não necessitando assim armazená-la e 43% desse público sofre com a interrupção deste recurso.

Essa estreita relação entre o aumento do número de criadouros do *Aedes aegypti* e a descontinuidade do abastecimento hídrico no bairro Cidade Novo foram detectadas pelos Agentes de Combate a Endemias, pois todos apontaram esse fator como dificultador para o controle dos IIP, como se verifica nas falas abaixo:

O maior problema do abastecimento de água é provocado pela falta d'água, porque as pessoas acumulam água em tonéis, baldes e não fecham direito o reservatório (caixa d'água), não é? E isso acaba criando a larva do mosquito. Aqui sempre falta água (ACE2 CN).

Havendo a regularidade no abastecimento de água, diminui-se a proliferação do mosquito, por reduzir os criadouros (ACE4 CN).

Importância muito grande porque o abastecimento de água interfere diretamente no nosso controle do *Aedes aegypti*. Porque com frequência algumas áreas são desabastecidas com a falta d'água e as pessoas precisam armazenar água e às vezes armazenam em caixas d'água, tonéis e não tomam os devidos cuidados para que os mosquitos não depositem seus ovos ali (ACE 5 CN).

Essa deficiência no abastecimento de água pode ser atribuída às características do bairro, ou seja, ser um local mais elevado, com variação na pressão da água na canalização e se apresentar mais áreas com predomínio de casas em detrimento ao número de prédios. Esse tipo de edificação possui uma maior disposição física para servir de facilitador para o acúmulo de águas, pois abrigam: caixas d'água, cisternas, baldes, tonéis, pneus e garrafas.

Quanto à coleta regular e destinação final, no bairro Cidade Nova em 2010, somente 17 domicílios não usufruem do sistema de coleta pública de resíduos e os moradores, cujas residências são desabastecidas por esse serviço (14) (Tabela I), descartam esses rejeitos em terrenos baldios (ARACAJU, 2010) o que efetivamente contribui para aumentar o IIP.

Tabela I - Cobertura de Coleta de Resíduos Sólidos nos bairros Cidade Nova.

Bairros	Total de domicílios	Rede Pública	Jogado em terrenos em terreno baldio	Outro destino
<b>Cidade Nova</b>	6.057	6.038	14	3

Fonte: Secretária Municipal de Saúde de Aracaju, 2010.

Na pesquisa de campo, em 2014, todos os moradores entrevistados do referido bairro afirmaram que a cobertura de coleta de resíduos sólidos pela rede pública vem sendo realizada três vezes por semana, em dias diferenciados. No entanto, apesar da ampla cobertura de coleta de resíduos sólidos, nota-se que nos outros quatro dias, cuja coleta não é realizada, os resíduos sólidos comumente são dispostos em terrenos baldios.

Durante a pesquisa de campo, em 2015, o bairro Cidade Nova possuía 371 terrenos baldios existentes, 297 apresentaram algum tipo de resíduo sólido. E, estes locais se tornaram pontos históricos de depósitos de resíduos sólidos, tanto domiciliares quanto de entulhos de construções ou estabelecimentos comerciais.

Embora existam falhas no sistema de coleta regular de resíduos a população tem contribuído significativamente para o descarte inadequado dos resíduos nos terrenos baldios. E estes, especialmente em período de chuva, tornam-se focos para a reprodução do mosquito transmissor da dengue.

Nas análises de Lutinski et al. (2013) existe uma correlação positiva entre o acúmulo de resíduos sólidos domésticos e a proliferação da dengue, havendo a necessidade de se repensar estratégias de Educação Ambiental que colaborem para a disposição desses materiais, inclusive incentivando a geração de renda a partir da reciclagem.

No tocante aos condicionantes climáticos, a temperatura e precipitação exercem influencia nos Índices de Infestação Predial. A temperatura no bairro Cidade Nova em todos os meses de 2014 apresentou condições favoráveis à proliferação do *Aedes aegypti*, pois não houve uma amplitude térmica significativa (2,0°C), ou seja, a temperatura mensal se manteve oscilando entre a mínima de 25°C em julho, agosto e setembro e a máxima de 27°C em janeiro, fevereiro, março e dezembro (AJUZ; VESTANA, 2014).

Quanto à precipitação em 2014, os períodos de intensificação das chuvas (meses de abril e maio) coincidem com o aumento dos IIP. Estes decrescem em junho e passa por várias oscilações, porém no segundo semestre se manteve com valores inferiores ao do início do ano (Figuras 1).

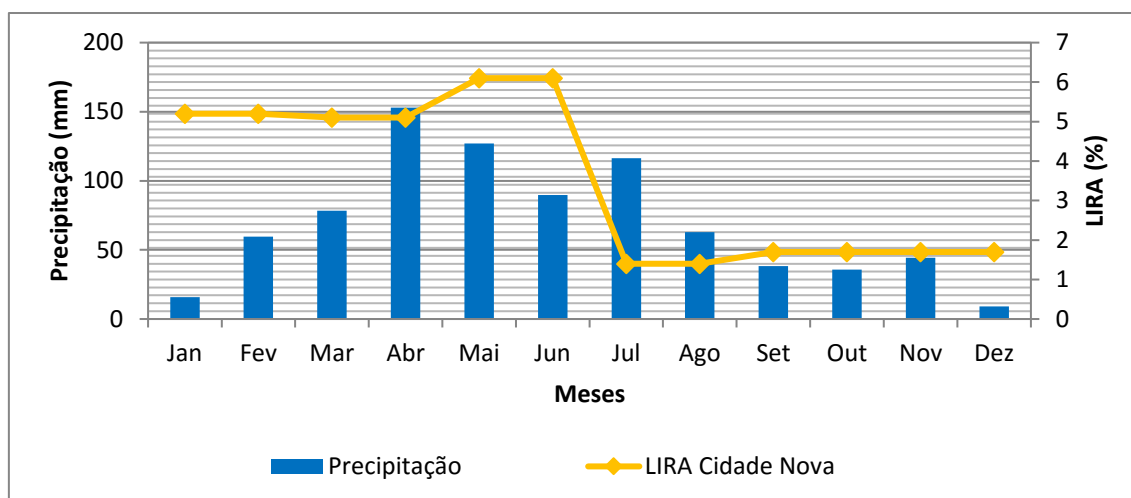


Figura 1 - Comparação entre a precipitação (2014) e LIRAa (2014).

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde (2014) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2014.

Silva e Liporone (2011) reforçam que a reprodução do vetor da dengue não ocorre somente nos meses mais chuvosos, podendo ser percebida também ao final desse período, quando ainda há água acumulada nos logradouros e domicílios e outros fatores climáticos como a umidade e temperatura ainda se mantem propícios à disseminação do mosquito.

Quanto à qualidade do trabalho de campo dos ACEs, no ano de 2014, a categoria teve uma greve de cinco meses, inviabilizando o cumprimento da meta de seis ciclos de visitas/ano (um a cada bimestre). Ademais, não foi realizada uma abordagem mais contextualizada de Educação Ambiental para sensibilização e conscientização da população para mudanças de hábitos que tendem a reduzir os criadouros do vetor. Neste período, os agentes só conseguiram realizar mutirões para eliminação dos focos e orientações de rotina nas visitas domiciliar.

#### 4. Conclusão

Os aglomerados urbanos, os focos de pobreza e a precariedade da infraestrutura urbana são fatores determinantes para a instalação dos mosquitos e propagação dos diversos sorotipos dos virais da dengue, uma vez que a vulnerabilidade socioambiental a que a população está exposta como o desabastecimento hídrico, precária coleta de resíduos sólidos e esgotamento sanitário tornam mais propício o acúmulo de água, favorecendo o surgimento e manutenção de potenciais criadouros do *Aedes aegypti*.

O controle da infestação pelo *Aedes aegypti* necessita de planejamento efetivo a luz da implementação de políticas públicas e ações participativas face a complexidade de fatores que propiciam a disseminação da dengue. Assim, a valorização dos condicionantes socioambientais se faz necessária para o controle do IIP, uma vez que a distribuição espacial do vetor está

associada apropriação desigual do espaço urbano e fomentar práticas integradas e contextualizadas de Educação Ambiental. A efetividade e continuidade dessas práticas possibilitarão a sensibilização e conscientização da comunidade numa perspectiva de mudanças de hábitos.

## 5. Referências bibliográficas

- Ajuz, L. C.; Vestana, L. R. (2014). Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos *Aedes aegypti* e *albopictus* na cidade de Guarapuava-PR e possibilidade de superinfestação. *Hygeia* – Paraná. [Online] 10(18), 1-18. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia>. [Acedido em 24 de fevereiro 2015]
- SERGIPE, Secretaria Municipal de Saúde. (2010). *Informe da Vigilância Epidemiológica*. Aracaju-SE
- SERGIPE, Secretaria Municipal de Saúde. (2014). *Informe da Vigilância Epidemiológica*. Aracaju-SE.
- Barcellos, F. C.; Carvalho, P. G. M. (2009). Políticas Públicas e Sustentabilidade Ambiental: Construindo indicadores de sustentabilidade. *Revista Construindo Indicadores de Sustentabilidade*. [Online] 1(1), 1-14. Disponível em: <http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/viewArticle/2280> [Acedido em 25 de fevereiro 2015]
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (2013). *Dengue: diagnóstico e manejo clínico (adulto e criança)*. 4.ed. Brasília, p.80.
- Lutinsk, J. A.; Zanchet, B.; Guarda, C.; Constanci, C.; Friedrich, D. V.; Cechin, F. T. C.; Bones, I. A.; Souza, M. F.; Balsan, S. T.; Zarychta, S. M.; Busato, M. A. (2013). Infestação pelo mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) na cidade de Chapecó – SC. *Revista Biotemas*. [Online] 26 (1), 143-151. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/2175-7925.2013v26n2p143/24703> [Acedido em 27 de fevereiro 2015]
- Silva, C. B.; Liporone, F. (2011). Deposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: algumas considerações. *Observatorium Revista Eletrônica de Geografia*. [Online] 2 (6), 1-14. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/2edicao/n6/3.pdf>. [Acedido em 24 de fevereiro 2015]
- Silva, E.B; Nóbrega, P.R.C. (2012). Dengue: Reflexões sobre a incidência da doença no município de Palmares, Pernambuco no pós-enchente 2010-2011. *Revista J. Manag Prim Health Care* 3 (2), 106-113.
- Teixeira, M. G.; Barreto, M. L.; Conceição, M.; Ferreira, L. D. A.; Vasconcelos, P. F. C. (1999). Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. *Informe epidemiológico do SUS*. [Online] 8(4), 5-33. Disponível em: [http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?pid=S0104-16731999000400002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?pid=S0104-16731999000400002&script=sci_arttext&tlng=pt). [Acedido em 27 de fevereiro 2015]
- Vilani, R.M; Machado, C.J. S; Rocha, E.T.S. Saneamento, dengue e demandas sociais na maior favela da Estado do Rio de Janeiro: a Rocinha. *Revista Visa em Debate*. [Online] 2(3),163-177. Disponível: [www.visaemdebate.incqs.fiocruz.br](http://www.visaemdebate.incqs.fiocruz.br). [Acedido em 28 de fevereiro de 2015].
- Ximenes, M. F. F. M.; Alves, M.L. Saúde ambiente e desenvolvimento: marcos históricos, determinantes biológicos e sociais. (2013). In: Ximenes, M. F. F. M.; Souza, R.F. (Orgs.). *Meio Ambiente e Saúde Humana – práticas vivências e saberes*. Natal/RN: EDUFRN, 200p.





## INDICE

**Sessão Temática 1 - Geografia Física e Ordenamento do Território**

PERSPECTIVA SISTÊMICA NO ESTUDO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A INTENCIONALIDADE <i>M. S. Garcia, T. F. Pereira, B. S. P. e Souza</i>	5
UM RESGATE HISTÓRICO SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA NO CONTEXTO DO IMPERIALISMO DOS SÉCULOS XVII E XVIII. OS CASOS DA FRANÇA E DA INGLATERRA. <i>A. C. Vitte</i>	13
MORITZ WAGNER E A CRÍTICA À TEORIA DARWINIANA SOBRE A MIGRAÇÃO DOS ORGANISMOS <i>A. C. Vitte, C. F. G. Geraldino</i>	25
REFLEXÕES SOBRE A HISTÓRIA DA GEOMORFOLOGIA GEOGRÁFICA <i>D. C. Ferreira, A. C. Vitte, K. R. Santos</i>	41
RELAÇÕES ENTRE A PINTURA DE PAISAGEM E A FORMAÇÃO DA CIÊNCIA GEOMORFOLÓGICA NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DO NORTE NO SÉCULO XIX. O EXEMPLO DA HUDSON RIVER SCHOOL <i>A. C. Vitte, M. K. Ferraz</i>	51
ONTOLOGIA DO ESPAÇO, UNITARIEDADE E DIVERSIDADES NA NATUREZA <i>G. Oliveira Jr</i>	63
GEOGRAFIA FÍSICA E DIREITO AMBIENTAL – COMPLEMENTARIDADES NA ANÁLISE AMBIENTAL <i>M. S. Garcia, B. S. P. e Souza</i>	77
UMA LÍNGUA, DIFERENTES GEOGRAFIAS. UM OLHAR SOBRE A GEOGRAFIA FÍSICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA <i>L. Cunha, R. Jacinto, M. Modesto dos Passos, V. Teles</i>	89

**Sessão Temática 2 - Geomorfologia e dinâmicas naturais**

MONITORAMENTO DE VOÇOROCA POR MEIO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL E TOPOGRAFIA <i>A. B. Francisco, J. T. G. Tommaselli</i>	103
DINÂMICA IÔNICA EM SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS ARENO-QUARTZOSOS E SUA RELAÇÃO COM PROCESSOS EROSIVOS SUPERFICIAIS NO SUDOESTE DO RS <i>C. L. Vieira, A. G. Goulart, T. M. Silva, R. Verdum</i>	111
MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MURIAÉ (RIO DE JANEIRO-BRASIL) <i>C. C. M. Franco, R. R. Amorim</i>	121
DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E ATRIBUTOS DO SOLO NA MARGEM DO RIO PARAGUAI, CÁCERES, MATO GROSSO, BRASIL <i>J. B. Sousa, C. A. Souza, J. S. Cruz, F. L. Silva</i>	133



SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SANTÍSSIMO AFLUENTE DO RIO JAURU – MATO GROSSO: RECONHECIMENTO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	143
<i>J. B. Sousa, C. A. Souza, M. A. P. Pierangeli; W. C. S. Paula</i>	
COR, TEXTURA E ATRIBUTOS DE FERTILIDADE DE UM PERFIL DE SOLO À MARGEM DIREITA DO RIO PARAGUAI, NA BAIA DA CAMPINA, CÁCERES/MT	155
<i>M. A. P. Pierangeli, T. M. Santos, V. R. Pinto, J. B. Sousa</i>	
APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE HACK E ANÁLISE DE PERFIS LONGITUDINAIS EM CANAIS FLUVIAIS DA CHAPADA UBERLÂNDIA-UBERABA, TRIÂNGULO MINEIRO-MG	165
<i>V. B. Moreira, A. Perez Filho</i>	
ANÁLISE PALEOAMBIENTAL E DINÂMICA SEDIMENTÁRIA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA DE ALTA MONTANHA (ALPES SUÍÇOS)	175
<i>F. Carvalho, L. Schulte, J. Llorca</i>	
FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS ASSOCIADAS AO IMPACTO DO ASTROBLEMA DOMO DE VARGEÃO-SC.	187
<i>D. Dal P. Santos, B. S. P. e. Souza</i>	
ANÁLISE DA DINÂMICA EROSIVA LINEAR EM ÁREA DE EXPANSÃO URBANA: UM RECORTE DO CENTRO-OESTE PAULISTA, BRASIL	197
<i>L. da S. Thomazini, C M. Lupinacci</i>	
COMPOSIÇÃO DOS SEDIMENTOS DE FUNDO E FEIÇÕES MORFOLÓGICAS NA CONFLUÊNCIA DOS RIOS CABAÇAL E PARAGUAI, CÁCERES – MATO GROSSO	207
<i>G. C. F. de Arruda, G. R. dos S. Leandro, C. A. de Souza</i>	
MIGRAÇÃO LATERAL E EVOLUÇÃO MORFOLÓGICA NO CORREDOR FLUVIAL DO RIO PARAGUAI REGIÃO DO PANTANAL SUPERIOR – MATO GROSSO - BRASIL	215
<i>G. R. S. Leandro, C. A. Souza</i>	
HIDROMORFODINÂMICA EM AMBIENTES ALUVIAIS DO RIO PARAGUAI, REGIÃO DE CÁCERES – MATO GROSSO: PROCESSOS, FORMAS E EVOLUÇÃO MORFOLÓGICA	225
<i>J. L. Oliveira, G. R. S. Leandro, C. A. Souza, L. N. P. S. Andrade</i>	
MAPEAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS LINEARES UTILIZANDO CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM OBJETOS	239
<i>D. P. Passo, E. S. Bias</i>	
IDENTIFICAÇÃO DE UNIDADES DE RELEVO DE PEDRO DO ROSARIO - BAIXADA MARANHENSE A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DO SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM)	249
<i>P. R. M. Pereira, M. A. N. Torres, F. W. D. Costa, M. M. D. Passos</i>	
INTERPRETAÇÃO DE ANOMALIAS DE DRENAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PITANGUI, PARANÁ - BRASIL	261
<i>K. A. Oliveira, M. L. C. Pinto, E. F. Santos</i>	

RECONOCIMIENTO DE FORMAS DELTAICAS ASOCIADOS A CUENCAS ANDINAS EN EL FIORDO COMAU: FAN DELTAS MACRO MAREALES. NORPATAGONIA DE CHILE <i>M. V. Soto, N. González</i>	273
MORFOLOGIA DO RIO TARAUAÇÁ E O IMPACTO DE SUA DINÂMICA FLUVIAL NA CIDADE DE ENVIRA, NO SUDOESTE DO AMAZONAS-BRASIL <i>J. H. N. de Oliveira, J. B. Pacheco A. Silva, J. C. M. Brandão</i>	285
AMBIENTES E DOMÍNIOS DO RELEVO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO SERGIPE <i>H. M. Araújo, R. Cruz</i>	297
EXPANSÃO URBANA SOBRE O RELEVO E A PAISAGEM DA VILA LORENZI, SANTA MARIA/RS <i>A. T. Scalamoto, B. S P. Souza</i>	309
ANÁLISE DE LINEAMENTOS DA REDE DE DRENAGEM NA CHAPADA UBERLÂNDIA-UBERABA, TRIÂNGULO MINEIRO-MG: SUBSÍDIOS A CARACTERIZAÇÃO MORFOESTRUTURAL <i>V. B. Moreira, A. Perez Filho</i>	319
HOLOCENO SUPERIOR NA DEPRESSÃO PERIFÉRICA PAULISTA: REGISTROS DE FLUTUAÇÕES CLIMÁTICAS DE CURTA DURAÇÃO EM BAIXOS TERRAÇOS FLUVIAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL <i>A. O. Souza, A. Perez Filho</i>	331
DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO E DINÂMICA FLUVIAL NA BACIA DO RIO MADEIRA: UM PERFIL NO PERÍODO DE CHEIA HIDROLÓGICA <i>H. Bernini, J. M. Martinez, D. Oliveti, H. L. Roig, J. A. C. Pinheiro</i>	341
ANÁLISE DE COBERTURAS SUPERFICIAIS EM SEQUÊNCIAS DE FORMAS FLUVIAIS DO RIO ITAPICURU – BAHIA/BRASIL <i>K. C. Lima, A. Perez Filho</i>	355
MAPEAMENTO DAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA (BAHIA) COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL <i>A. C. da Silva, R. de M. C. Vale</i>	367
GEOAMENAZAS Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN EL FIORDO COMAU, NORPATAGONIA DE CHILE <i>M. V. Soto, P. Arratia, L. Muñoz</i>	377
MONITORAMENTO DA DINÂMICA EROSIVA DA BACIA DO RIO TINGIDOR; MORRETES - PARANÁ / BRASIL <i>A. Martins, E. Passos</i>	389
IDENTIFICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE SUPERFÍCIES APLANADAS AUXILIADA POR SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (ALGARVE CENTRAL, PORTUGAL) <i>P. Guerreiro, L. Cunha, C. Ribeiro</i>	401

**Sessão Temática 3 – Bacias hidrográficas – processos, gestão e sustentabilidade**

CRISE HÍDRICA E PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO RIO GRANDE DO NORTE\BRASIL <i>A.Troleis, B. Silva</i>	413
O USO DA CLASSIFICAÇÃO AUTOMATIZADA PARA A DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE VERTENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO SARANDI-RS <i>D. S. Baratto, R. Trentin, A.V. Nummer</i>	425
AMBIENTES MORFOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SEDIMENTOS NA BAÍA DA PALHA, NO RIO PARAGUAI, MATO GROSSO - BRASIL <i>C. A. Souza, S. J. Silva, E. Ferreira, G. R. S. Leandro</i>	435
PANTANAL: MORFOLOGIA E PROCESSO DE SEDIMENTAÇÃO NO RIO PARAGUAI ENTRE A FAZENDA SANTO ANTÔNIO DAS LENDAS E A ILHA DE TAIAMÃ, MATO GROSSO, BRASIL <i>C. A. de Souza, N. M. Bindandi, L. N. P. S. Andrade, J. B. Souza</i>	447
DINÂMICA HIDROLÓGICA, MORFOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA DO CÓRREGO SANGRADOURO NA CIDADE DE CACERES, MATO GROSSO – BRASIL <i>J. S. Cruz, C. A. Souza, A C. Bampi</i>	457
MORFOLOGIA E GRANULOMETRIA DO CÓRREGO DO RENATO NA CIDADE DE CÁCERES- MATO GROSSO <i>E. Ferreira, A. R. C. Matias, G. R. S. Leandro</i>	471
CONFLITOS DE USO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO PIMENTA – ARROIO DO PADRE/RS/BRASIL <i>C. W. Flach, M. Meurer</i>	483
HIDRODINÂMICA E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO BRANCO, AFLUENTE DA MARGEM ESQUERDA DO RIO CABAÇAL, MATO GROSSO, BRASIL <i>J. D. Oliveira, C. A. Souza, J. B. Sousa</i>	495
ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E GEOLÓGICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARAPÁ, MATO GROSSO, BRASIL <i>R. M. Padilha, T. E. Lima, J. D. Oliveira, C. A. de Souza</i>	507
CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA SUPERFICIAL NO MUNICÍPIO DE ITAARA/RS/BR <i>J. M. Oliveira, E. M. Foletto, R. C. Cruz</i>	521
USO E COBERTURA DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRILHANTE A PARTIR DO MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA <i>P. S. Ferreira, C. A. Silva</i>	533
ANÁLISE DA ABRANGÊNCIA DA RESERVA DA BIOSFERA MATA ATLÂNTICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ/RS <i>P. Ziani, E. M. Foletto, F. Silva</i>	547

CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM OBJETOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO DESCOBERTO, NO DISTRITO FEDERAL, COM BASE EM IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT 8 - OLI. <i>E. S. Bias, G. B. Chelotti</i>	559
DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COM BASE NO CÓDIGO FLORESTAL NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO MARIMBONDO – JALES (SP). <i>L. V. Modesto, A. P. N. Pires, T. C. S. Rodrigues</i>	569
SUBSÍDIO A CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO COMPLEXO NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PERICUMÃ – BHRP, AMBIENTE DE AMAZÔNIA MARANHENSE <i>J. C. Viegas, T. C. S. Rodrigues, P. R. M. Pereira, M. M. Passos</i>	577
A EXPANSÃO DO AGRONEGÓCIO DO MILHO E SUAS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS NA SUB-BACIA DO RIO SALGADO <i>H. M. Araújo, A. M. Oliveira, A. C. Souza, R. Cruz</i>	591
COMPARATIVO DAS LEGISLAÇÕES BRASILEIRA E URUGUAIA PARA A GESTÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APP'S)/MONTES RIBEREÑOS. <i>A. A. Bervig, E. M. Foletto</i>	603
A EXPANSÃO DA ATIVIDADE CANAVIEIRA E INTERAÇÕES COM A REDE HIDROGRÁFICA NA REGIÃO DO PONTAL DO PARANAPANEMA, SÃO PAULO, BRASIL <i>P. C. Rocha, C. R. Santos, A. A. Santos</i>	611
GOVERNANÇA E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: O USO DA ÁGUA E A SAÚDE PÚBLICA NA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DO PARÁ. <i>M. Pimentel, F. Costa e E. Zucco</i>	623
<b>Sessão Temática 4 – Paisagem, património natural e gestão do território</b>	
A CONTAMINAÇÃO DOS SOLOS E A GESTÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO <i>J. R. Costa, S. Manfredini</i>	635
AS COMUNIDADES TRADICIONAIS: DESAFIOS PARA A PERMANÊNCIA DAS ATIVIDADES EXTRATIVISTAS NO LITORAL SUL DE SERGIPE, BRASIL <i>M. S. F. Silva, G. L. Almeida, P. O. Rocha</i>	647
ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DA PAISAGEM DA CAATINGA, DECORRENTE DA CAPRINO-OVINOCULTURA NO MUNICÍPIO DE FLORESTA – PE <i>M. T. M. Torres, A. G. Oliveira</i>	657
O PANTANAL E A(S) FRONTEIRA (S) DE UMA PAISAGEM COMPLEXA <i>P. C. S. Martins, C. Silva, M. Boin</i>	667
DESCUBRIENDO EL PATRIMONIO GEOMORFOLÓGICO EN LA CIUDAD (RÍO MIÑO, OURENSE, NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA) <i>M. A. Álvarez-Vázquez, E. de Uña-Álvarez</i>	679

GEO-RECURSOS PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL TERRITORIO. EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL INTERÉS DE LAS MARMITAS FLUVIALES (RÍO MIÑO, PENÍNSULA IBÉRICA). <i>E. De Uña-Álvarez, M. A. Álvarez-Vázquez</i>	687
MORRO AGUDO: UM PATRIMÔNIO NATURAL A SER CONSERVADO NO MUNICÍPIO DE AGUDO/RS <i>P. Ziani, A. S. Figueiró</i>	697
EL PAISAJE EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES. EL CASO DE LOS PARQUES REGIONALES INTERIORES DE MURCIA <i>M. A. S. Sánchez, F. B. Serrato, D. I. Marinas, G. B. Pelegrín</i>	709
OCUPAÇÃO E USO DA TERRA NA ÁREA DE PROTEÇÃO DO GEOSÍTIO DAS MINAS DO CAMAQUÃ - BRASIL. <i>M. M. V. Ahn, A. L. H. Simon</i>	717
CONFLITOS AMBIENTAIS ENTRE O USO DA TERRA E A GEODIVERSIDADE NO PARQUE ESTADUAL DO CAMAQUÃ, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL <i>Â. L. de O. Lopes, S. F. G. de Souza, A. L. H. Simon</i>	731
PAISAJES Y MODALIDADES TURÍSTICAS EN EL SUR DE LA PATAGONIA CONTINENTAL ARGENTINA <i>E. Mazzoni, S. Ferrari, V. Navarro</i>	743
PAISAGENS E TURISMO DE NATUREZA: POTENCIALIDADES NA SERRA DE MARACAJU-MS/BRASIL <i>B. Lima, C. Silva, P. Martins</i>	755
HACIA LA CONSTRUCCIÓN DEL GEOTURISMO EN EL URUGUAY <i>Á. G. Gervasio</i>	769
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA PAISAGEM NA RESERVA DA BIOSFERA DO BIOMA CERRADO <i>T. Ponciano, K. M. S. de Faria</i>	783
APONTAMENTOS E REFLEXÕES SOBRE GESTÃO AMBIENTAL NA RESEX DO DELTA DO PARNAÍBA - MA/PI, BRASIL <i>F. W. D. Costa; M. M. dos Passos</i>	793
A CONTRIBUIÇÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS DO ESTADO DO ACRE PARA O CONTROLE DO DESMATAMENTO FRENTE À FORMAÇÃO DOS EIXOS DE INTEGRAÇÃO E CORREDORES REGIONAIS <i>M. A. Rodrigues, A. C. Vitte</i>	807
A FISIONOMIA DA PAISAGEM NAS TRILHAS CULTURAIS E SOCIODIVERSIDADE NA GLEBA DE VILA AMAZÔNIA NO MUNICÍPIO PARINTINS-AMAZONAS <i>M. do C. de O. Silva, R. da S. Martins, J. B. Pachêco, J. C. M. Brandão</i>	819
INVENTARIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DA PAISAGEM NO GEOSÍTIO PALOMAS EM SANTANA DO LIVRAMENTO - RS <i>E. Jorge, A. Figueiró, D. Ziemann</i>	829

EXPANSÃO URBANA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS: O CASO DOS BAIROS SIM E SANTO ANTÔNIO DOS PRAZERES EM FEIRA DE SANTANA, BAHIA (BRASIL) <i>A. C. da Silva, J. B. de Souza</i>	839
EFFECTOS DE LOS CAMBIOS DE USO DE SUELO EN LA DIVERSIDAD PAISAJÍSTICA Y CULTURAL DE LA CUENCA DEL LAGO CUCAO 1961 - 2015 <i>L. A. Reyes, E. J. e Castillo</i>	851
O ÊXODO RURAL COMO FACTOR DE DESENVOLVIMENTO DAS COMUNIDADES AUTÓCTONES: CASO DA VILA MUNICIPAL DA MASSINGA (PROVÍNCIA DE INHAMBANE, MOÇAMBIQUE) <i>H. C. Mazuze</i>	863
IMPORTÂNCIA DO CADASTRO PARA A GESTÃO E ORDENAMENTO FLORESTAL <i>A. P. Lourenço, C. Carvalho, A. Bento-Gonçalves, A. Vieira</i>	873
MÉTODOS E ESTRATÉGIAS PARA A EXECUÇÃO CADASTRAL NO CONTEXTO DA GESTÃO FLORESTAL <i>C. Carvalho, A. P. Lourenço, A. Vieira, A. Bento-Gonçalves</i>	883
<b>Sessão Temática 5 – Climatologia, variabilidade e mudanças climáticas</b>	
ANÁLISE TÊMPORO-ESPACIAL E REGIME DAS PRECIPITAÇÕES NA REGIÃO DAS MISSÕES, ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, NO PERÍODO DE 1992 A 2010 <i>A. de A. Ribeiro, J. A. Zavattini</i>	895
ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR DÉCADA (1981-2010) EXTREMO OESTE DA BAHIA – BRASIL <i>L. M. Góes, E. de O. Fontes A. P. Filho, A. A. Menezes</i>	907
INTERAÇÕES ENTRE CLIMA E SAÚDE: A LEPTOSPIROSE EM ARACAJU/SE/BR <i>M. E. S Carvalho, F. de A. Mendonça</i>	921
REGISTROS TÉRMICO-HIGROMÉTRICOS E A RELAÇÃO COM GEOMETRIA DOS AMBIENTES NA CIDADE DE PELOTAS, RS, BRASIL <i>E. Collischonn, C. V. O. Ferreira, R. S. da Silveira</i>	935
CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA DO AR A PARTIR DE TRANSECTOS MÓVEIS NA CIDADE DE UBATUBA-SP, BRASIL: A INFLUÊNCIA DAS BRISAS MARÍTIMAS E TERRESTRES NO DESLOCAMENTO DA ILHA DE CALOR URBANA <i>W. P. Gomes, M. C. de C. T. Amorim</i>	947
CLIMAS DE KÖPPEN DE CHILE CONTINENTAL ENTRE 1950-2000: AVANCE DEL MEDITERRÁNEO HACIA EL SUR DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO <i>P. Sarricolea, M. Herrera O., M. Fuentealba, Ó. Meseguer-Ruiz</i>	959
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO TÉRMICA NA CIDADE DE CAMPO GRANDE, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL <i>C. A. de Souza, M. H. S da Silva, M. A. Mercante</i>	967

QUALIDADE DO AR E CLIMA URBANO: MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL PRESENTE NA ATMOSFERA URBANA DA CIDADE DE DOURADOS-MS/BRASIL E SEUS POSSÍVEIS DESDOBRAMENTOS NA SAÚDE HUMANA <i>V. A. Santos, C. A. Silva</i>	979
CLIMA Y CONFORT TÉRMICO A ESCALA LOCAL, ESTUDIO DE CASO EN CIUDADES CHILENAS <i>P. Smith, C. Henríquez</i>	993
PROPOSTA DE INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E USO DA TERRA NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA, SÃO PAULO (BRASIL) <i>M. C. J. Almeida., L. H. Nunes, G. S. Almeida Filho</i>	1003
AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO FENÔMENO DAS ILHAS DE CALOR URBANAS NA ÁREA METROPOLITANA DE BRASÍLIA A PARTIR DO USO DE DADOS DOS SATÉLITES LANDSAT 5 E 8 <i>K. A. Ganem, M. T. Oliveira, G. M. M. Baptista</i>	1017
A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NO CLIMA URBANO DA CIDADE DE PONTA GROSSA – PR: O MICROCLIMA DE UMA ÁREA DE MATA NO BAIRRO DE UVARANAS <i>J. C. G. Ribeiro, G. C. F. da Cruz</i>	1029
O CLIMA URBANO DE UMA CIDADE SUBTROPICAL-PARANÁ-BRASIL: ANÁLISE E DISCUSSÃO A PARTIR DA INTERPOLAÇÃO DE DADOS POR KRIGAGEM ORDINÁRIA <i>G. C. F. da Cruz, S. F. C. F. da Cruz</i>	1039
OS CASOS DE DESASTRES POR DÉFICITS OU EXCESSOS HÍDRICOS REGISTRADOS NO MUNICÍPIO DE TREZE TÍLIAS (SANTA CATARINA, BRASIL) ENTRE O PERÍODO DE 1980 E 2015 <i>B. A. Dutra</i>	1049
<b>Sessão Temática 6 – Biogeografia, biodiversidade e conservação da natureza</b>	
BARREIRAS BIOGEOGRÁFICAS E ANTROPOGÊNICAS À DISTRIBUIÇÃO DAS RESTINGAS SERGIPANAS, NORDESTE, BRASIL <i>J. de J. Costa, R. Melo e Souza</i>	1063
DISTRIBUIÇÃO E APROVEITAMENTO DA <i>HANCORNIA SPECIOSA GOMES</i> EM SERGIPE, NORDESTE, BRASIL. <i>J. de J. Costa, R. Melo e Souza</i>	1075
A GEOBIODIVERSIDADE DO PANTANAL DE PACATUBA: VALORAÇÃO AMBIENTAL E DESAFIOS À CONSERVAÇÃO <i>M. E. S. Carvalho, R. M. e Souza, L. L. Oliveira</i>	1087
DISTRIBUCIÓN Y TENDENCIAS DE LAS PRINCIPALES AVES ACUÁTICAS NIDIFICANTES EN LAS ENCAÑIZADAS DEL MAR MENOR (MURCIA, SE ESPAÑA) <i>G.A. Ballesteros-Pelegrín, F. Belmonte-Serrato, D. Ibarra-Marinás</i>	1099

EVALUACIÓN DE LOS VALORES NATURALES Y CULTURALES PARA LA CONSIDERACIÓN DE LA VEGA ALTA DEL RÍO SEGURA (SE DE ESPAÑA) COMO HUMEDAL DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL DEL CONVENIO RAMSAR <i>G.A. Ballesteros-Pelegrín, F. Belmonte-Serrato, D. Ibarra-Marinas</i>	1111
CONSTRUÇÃO PARTICIPATIVA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO CORREDOR ECOLÓGICO DA QUARTA COLÔNIA, SUL DO BRASIL <i>S. B. Marcuzzo</i>	1123
ESTUDOS DE PROCESSOS EROSIVOS A PARTIR DO MÉTODO DA ECODINÂMICA NO MUNICÍPIO DE CURAÇÁ – BAHIA - BRASIL <i>J. J dos Santos, W. de J. S. da F. Rocha, D. T. M. Souza, J. M. Chaves</i>	1131
PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO E LEITO MAIOR SAZONAL: BASE GEOMORFOLÓGICA PARA ANÁLISE DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO <i>P. C. Rocha, R. Mourão, A. C. Leal, R. R. Araújo</i>	1141
GEOFÁCIES DA REGIÃO COSTA DAS BALEIAS – BAHIA – BRASIL: APLICAÇÃO DOS ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS <i>S. O. Souza, R. C. Oliveira, R. R. Amorim</i>	1155
<b>Sessão Temática 7 – Mudanças ambientais: riscos, vulnerabilidades, desafios e gestão</b>	
MUDANÇAS AMBIENTAIS E OS RISCOS ASSOCIADOS À PLANÍCIE COSTEIRA DE ARACAJU/SERGIPE, BRASIL <i>R. M. e Souza, L. S. Oliveira, G. C. dos Santos</i>	1169
CARACTERIZAÇÃO DOS EPISÓDIOS DE INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES: O CASO DOS RIOS MURIAÉ, PARAÍBA DO SUL E URURAI <i>Y. S. Verling, R. R. Amorim</i>	1183
VULNERABILIDADE AMBIENTAL NOS PERIÓDICOS GEOGRÁFICOS BRASILEIROS <i>A. L. Gomes Filho</i>	1197
SUSCEPTIBILIDADE A DESLIZAMENTOS ASSOCIADA À VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, NO MUNICÍPIO DE ANGRA DOS REIS (RJ) – BRASIL <i>V. C. da Costa, R. de O. Fernandes, N. M. C. da Costa</i>	1209
AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU/ SERGIPE-BRASIL <i>L. B. Santana, H. M. Araújo</i>	1221
VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MURIAÉ (RJ-BRASIL) COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO AMBIENTAL <i>R. R. Amorim, S. O. de Souza</i>	1233



IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE CALCÁRIO NA REGIÃO ADMINISTRATIVA DA FERCA - DF POR MEIO DE CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO, A PARTIR DE IMAGENS DO SENSOR RAPIDEYE <i>R. M. Marques, B. E. de Souza, P. D. Pereira, B. R. Seixas</i>	1245
UNIDADES AMBIENTALES Y FRAGILIDAD EN EL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA CIUDAD DE RIO GALLEGOS, PATAGONIA AUSTRAL, ARGENTINA <i>E. Mazzoni, B. Ercolano</i>	1255
CÁLCULO DO DESMATAMENTO NA RESERVA DA BIOSFERA DA AMAZÔNIA CENTRAL POR MEIO DA SÉRIE HISTÓRICA DMS-OLS DE DADOS DE LUZ NOTURNA <i>G. A. C. Gomes Sá, W. F. Lago, M. T. Oliveira, G. M. de M. Baptista</i>	1267
SOCIOCLIMAS Y GLOCALIZACIÓN EN EL DESIERTO DE ATACAMA <i>H. Romero, M. Mendonca</i>	1277
AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE EM ÁREAS DE RISCO HIDROLÓGICO: UM ESTUDO DE CASO DA VILA SCHIRMER, MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RIO GRANDE DO SUL - BRASIL <i>M. E. de M. Cardias, G. C. Pittelkow, T. C. Gomes</i>	1291
MAPEAMENTO DA RESERVA DA BIOSFERA DO CERRADO, POR MEIO DO ÍNDICE VANUI <i>R. S. Takahashi, M. T. Oliveira, G. M. M. Baptista</i>	1303
MAPEAMENTO DA RESERVA DA BIOSFERA DO PANTANAL, POR MEIO DO ÍNDICE VANUI <i>M. T. Oliveira, K. A. Ganem, R. S. Takahashi, G. M. M. Baptista</i>	1315
AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DO INCÊNDIO DE PICÕES (BRAGANÇA, PORTUGAL) E SUA RELAÇÃO COM O SEQUESTRO FLORESTAL DE CARBONO <i>G. M. M. Baptista, A. J. Bento-Gonçalves</i>	1327
MODELAGEM DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL À PERDA DE SOLO NO MUNICÍPIO DE JEREMOABO-BAHIA-BRASIL <i>J. M. Chaves, A. S. Almeida, R. L. Santos</i>	1335
ANÁLISE POR DETECÇÃO REMOTA DA VARIAÇÃO ESPACIOTEMPORAL DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E SUA RELAÇÃO COM A URBANIZAÇÃO EM BRAGA (1984-2014) <i>C. de A. Pinheiro, M. M. Laranjeira, M. Bandeira</i>	1345
QUANTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS FOCOS DE CALOR NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DIAMANTINA E SUA ZONA DE AMORTECIMENTO <i>S. M. B. dos Santos, W. J. S. da Franca Rocha, A. Bento-Gonçalves</i>	1355
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A PERDA DE SOLO NA REGIÃO DO GURUPI, AMAZONIA LEGAL MARANHENSE <i>T. C. S. Rodrigues, J. C. Viegas, M. S. Furtado, M. M. Passos</i>	1367

DINÁMICAS GEOMORFOLÓGICAS Y CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO EN LA CUENCA DEL ANDALÍEN, CONCEPCIÓN, CHILE <i>E. Jaque C. &amp; P. Espinosa</i>	1379
AS INUNDAÇÕES HISTÓRICAS NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO BAIXO LIMPOPO, MOÇAMBIQUE <i>G. S. Dgedge</i>	1385
TEMPESTADE TROPICAL “DANDO” E SEUS EFEITOS NA PROVÍNCIA DE GAZA, MOÇAMBIQUE <i>G. S. Dgedge e H. C. Mazuze</i>	1397
EROSÃO HÍDRICA DE SOLO: APLICAÇÃO EXPERIMENTAL DE TÉCNICAS DE FOGO CONTROLADO E DE PARCELAS DE EROÇÃO NO CONCELHO DE SANTO TIRSO (PORTUGAL) <i>J. Rocha, A. Vieira, A. Bento Gonçalves</i>	1407
NOTÍCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA 1ª METADE DO SÉCULO XX (1927-1938) EM PORTUGAL CONTINENTAL <i>F. Ferreira-Leite, A. Bento-Gonçalves</i>	1421
A INFLUÊNCIA DOS CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS NO CONTROLE DA INFESTAÇÃO DO Aedes Aegypti NO BAIRRO CIDADE NOVA EM ARACAJU, SERGIPE, BRASIL <i>F. R. S. Feitosa, I. S. Sobral, M. S. F. Silva</i>	1433
INDICE	1443